
3 3433 06636561 4

Ent

TF

# PROGRAMME

OU

RÉSUMÉ DES LEÇONS

D'UN

# COURS DE CONSTRUCTIONS.

LIÉGE. — IMPRIMERIE DE FÉLIX OUDART,
RUE DU CRUCIFIX, 10.

# PROGRAMME

OU

## RÉSUMÉ DES LEÇONS

D'UN

# COURS DE CONSTRUCTIONS,

AVEC DES APPLICATIONS TIRÉES SPÉCIALEMENT

## DE L'ART DE L'INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES,

OUVRAGE


DE FEU **M.-J. SGANZIN**,

Inspecteur général des ponts et chaussées et des travaux maritimes des ports militaires, ancien professeur à l'École polytechnique commandeur de la Légion-d'Honneur, chevalier de l'ordre royal de Saint-Michel.


**CINQUIÈME ÉDITION,**

ENRICHIE D'UN ATLAS VOLUMINEUX, ENTIÈREMENT REFONDUE ET CONSIDÉRABLEMENT AUGMENTÉE AVEC LES NOTES ET PAPIERS DE L'AUTEUR, AVEC CEUX DE M. DE LAMBLARDIE FILS, INSPECTEUR GÉNÉRAL DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES TRAVAUX MARITIMES, ET AVEC DIVERS AUTRES DOCUMENTS;


PAR M. REIBELL,

Ingénieur en chef de première classe des ponts et chaussées, directeur des travaux maritimes, officier de la Légion-d'Honneur, *agissant comme mandataire de la famille de feu M. Sganzin.*

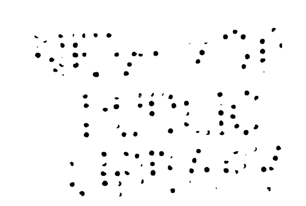

**Tome Troisième.**

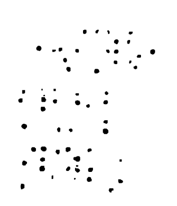

LIÉGE.

DOMINIQUE AVANZO ET COMPAGNIE,

ÉDITEURS, RUE DE LA RÉGENCE.

1844.



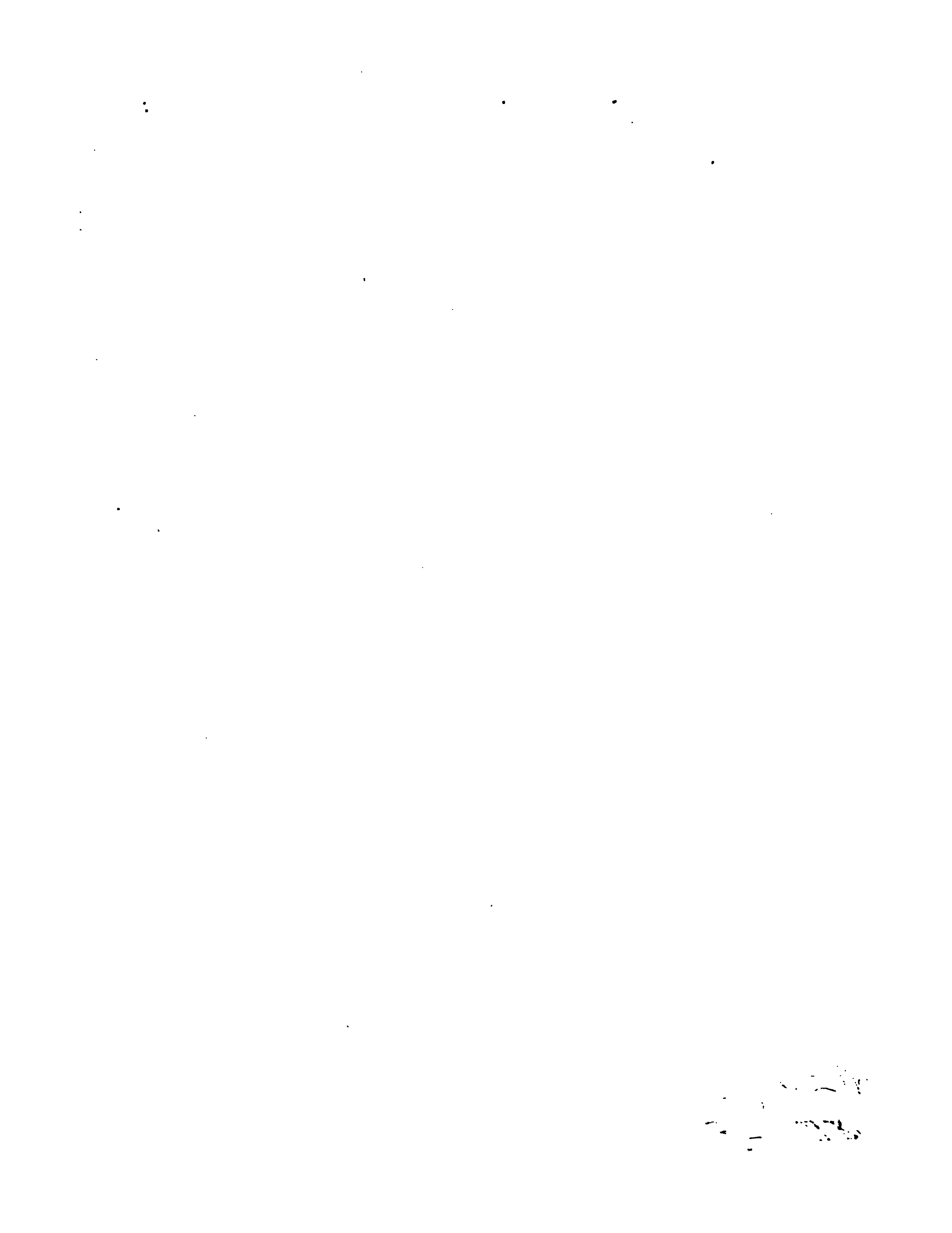
# TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES

# DANS LE TROISIÈME VOLUME.

## SUITE DE LA CINQUIÈME PARTIE.

### DES OUVRAGES RELATIFS A LA NAVIGATION MARITIME EXTÉRIEURE.



*Premier moyen d'enlèvement.*

Premier moyen d'enlèvement.

Le premier procédé est évidemment le seul applicable aux nappes d'eau dont le niveau est à peu près invariable, et où les courants naturels sont très-faibles, comme dans les rades et ports de la Méditerranée. Il est préférable aux deux suivants toutes les fois que le déplacement sous l'eau des matières alluvionnaires ne tendrait à désobstruer certaines zones que pour obstruer immédiatement ou à la longue d'autres zones utiles aussi à la navigation.

Enfin ce procédé, sous le rapport de la dépense, peut, dans beaucoup de cas, être plus avantageux que l'emploi des retenues et écluses de chasse; en tenant compte de part et d'autre de l'intérêt des capitaux engagés, des entretiens et renouvellements, et des frais de manœuvre.

Dans les ports qui découvrent aux étiages et aux basses mers, l'enlèvement des dépôts se fait par les mains-d'œuvre ordinaires des déblais. Les transports aux lieux de dépôt s'exécutent ou par terre, ou par eau, dans des chalands et autres embarcations.

Ces chalands et embarcations, lorsqu'ils doivent être toués ou remorqués, sont construits en matériaux légers, et sur une longueur aussi grande que le permet la condition de supporter l'échouage. Il en a été fait en sapin de 25 à 30 mètres de longueur sur 4 à 5 mètres de largeur.

Les chalands sont déchargés à la pelle, ou se vident d'eux-mêmes, soit latéralement, soit de fond. Dans le premier cas, les bords doivent être peu élevés. Dans le second cas, on peut imiter ce qui a été fait dans les ports des États-Unis (voir figures 658 des planches). Des clapets horizontaux à charnières, installés dans le fond de la partie des chalands qui contient les matières, sont manœuvrés par des chaînes de dessus le pont, et servent à la vidange par le fond. Les chalands ainsi construits s'appellent vulgairement *marie-salopes* ou *salopes*. On en a employé au Havre, de la contenance de 80 mètres et même de 190 mètres cubes qui étaient remorqués au dehors par des bateaux à vapeur et vidés à une lieue au large.

Figures 658 des planches.

L'insalubrité et les fatigues des déblais ainsi faits les rendent quelquefois plus dispendieux que le travail des appareils de curage *fonctionnant sous l'eau*.

Appareils mécaniques de curage.

Le travail présente trois parties distinctes, le piochage ou détachement des matières sous l'eau, qui est le plus difficile; leur élévation depuis le fond jusqu'au point de versement; leur versement.

La nature des matières alluvionnaires, et leur gisement, déterminent la forme et la force de ceux des *organes* de l'appareil qui effectuent le piochage.

Ainsi des *cuillers* ou *poches* en simples filets de pêche fixés sur un orifice à bords tranchants suffisent pour entamer la vase; des griffes recourbées en fer d'une force convenable détachent les petites pierres et roches; enfin des cuillers ou hottes en tôle bordées de fer sont nécessaires pour les graviers, sables fermes et argiles.

L'outil de *piochage* doit être tel qu'il fonctionne, quels que soient les niveaux respectifs du fond et de la surface de l'eau, et malgré de brusques inégalités du fond; et qu'il puisse serrer les rives autant qu'il est nécessaire. L'expérience a démontré d'ailleurs que les avaries et chômages étaient réduits à leur minimum, et que l'effet utile des appareils était le plus grand quand la vitesse de cette partie de la machine était peu considérable, et ne dépassait pas environ 4 mètres par minute.

Le mode d'élévation des matières détachées doit être tel : qu'il n'élève *qu'elles* et seulement de la hauteur minimum depuis le fond jusqu'au point de versement; et que les matières élevées ne puissent, dans le trajet, retomber au fond de l'eau.

Enfin le versement doit se faire de manière que les matières dégorgent complétement au fur et à mesure de leur arrivée, et remplissent uniformément les chalands, sans les exposer à sombrer et sans que les produits du curage déversent.

Ces conditions, malgré leur évidence, n'ont pas été observées dans beaucoup d'appareils de curage.

Le genre, la grandeur des appareils, l'espèce de force motrice à leur appliquer, dépendent d'ailleurs : de la nature des alluvions, du travail à exécuter dans un temps déterminé, de la continuité et permanence du curage, ou de son exécution intermittente à intervalles de temps plus ou moins longs, des fonds disponibles, enfin d'une foule de circonstances locales, et notamment de la position des zones à approfondir relativement aux quais et autres ouvrages d'art.

Le curage est devenu du reste, dans beaucoup de ports, l'objet de marchés passés avec des entrepreneurs déjà pourvus d'un matériel complet; et le travail est payé par mètre cube ou tonneau de matières enlevées. La jauge des bâtiments de transport sert de guide pour le mesurage.

Les machines à curer se groupent en deux catégories : appareils à marche *discontinue*, appareils à marche *continue*.

Dans la première, sont les machines à cuillers, si longtemps employées exclusivement dans l'Océan et la Méditerranée; dans la seconde, sont les machines à hottes, *dredging-machines*, dont l'emploi généralisé aujourd'hui en Hollande et en Angleterre s'est beaucoup étendu en France.

Appareils à mouvement discontinu.

Les appareils à mouvement discontinu ont eu évidemment pour point de départ les *hollandaises* ordinaires de draguage, dont la grandeur croissante progressivement avec la profondeur d'eau, et *pour le plus grand effet utile*, a forcé de passer ainsi successivement de l'emploi d'un simple bateau à celui de fortes chaloupes, puis à celui de grands pontons; et de l'emploi de la force de deux hommes, à celle de huit et dix, puis à celle de quarante et cinquante, ou à celle de chevaux et autres animaux.

Au port militaire de Lorient, un projet avait été rédigé pour l'application à des machines à cuiller existantes, et mues par des hommes marchant dans de grandes roues à tambour, d'un moteur à vapeur de la force de quatre chevaux.

La drague ordinaire à main ou hollandaise, ne peut guère fonctionner qu'à $1^{m},50$ sous l'eau. Elle a l'avantage de n'exiger qu'un matériel de peu de valeur : mais le mètre cube de matières extraites ressort, sur les canaux, à $0^{fr}.90$ tout compris.

Figures 659 des planches.

La figure 659 des planches représente une drague simple mue par un treuil, en usage sur les rivières de Seine et d'Aube.

M. l'Ingénieur Colin a décrit, dans les *Annales des ponts et chaussées de* 1839, une drague à roulettes, avec treuil de tirage, qui paraît très-avantageuse lorsque les matières détachées doivent être élevées sur les rives et roulées en remblais. Le mètre cube extrait et ainsi déposé sur la rive, n'est ressorti au canal de Bourgogne qu'à $0^{fr.},42$.

Mais dans les rades et ports où le curage s'opère à des profondeurs depuis 4 mètres jusqu'à 9 et 10 mètres à *basse mer*, ce qui correspond dans un grand nombre de lieux à 14 mètres et même à 20 mètres à *haute mer*, il fallait des engins plus volumineux et une force motrice plus énergique.

Figures 660 des planches.

Les plus simples des appareils à mouvement discontinu, sont ceux que les figures 660 des planches représentent.

Le premier a été employé au port militaire de Lorient, pour des profondeurs de 4 à 5 mètres; le ponton y est évidemment trop large. Les cuillers seraient du reste en tôle bardée de fer, si le fond à curer était du sable ou du gravier.

Cette machine élève et verse 60 mètres cubes ou 75 tonneaux de vase molle par jour ; elle emploie vingt-quatre hommes, dont huit aux manivelles des treuils, deux aux cuillers, six aux chalands, et le reste aux manœuvres du ponton dans les deux sens, en travers et en long.

Le deuxième appareil est usité en Hollande et particulièrement à Flessingue.

Les figures 661 des planches sont relatives à l'une des grandes machines à cuiller employées dans les ports et rades militaires de Brest, Toulon et Lorient, pour le maximum de profondeur d'eau. Figures 661 des planches.

Quarante-huit *forçats*, travaillant par relais, n'extrayaient au port de Lorient, n'élevaient à une hauteur moyenne de 9 mètres, et ne versaient en chaland que la contenance de trois de ces bateaux, chacun de 25 tonneaux de port, ou de 20 mètres cubes de vase molle.

Bélidor, dans le tome IV de son *Architecture hydraulique*, pages 156 à 167, décrit les machines de ce genre existantes de son temps.

Il porte à 10,000 fr. seulement la valeur, *en* 1745, du matériel de curage formé : 1° d'une machine à cuiller, dont le ponton avait $17^m,20$ de long, 6 mètres de large, et $1^m,46$ de creux ; 2° de deux *bittes* ou *salopes*, chacune de la contenance de $4^{mc},44$. Il faudrait aujourd'hui plus que tripler ce chiffre.

Cette machine fournissait, dit Bélidor, les résultats suivants, dans un fond de vase ou terre, les cuillers ayant une capacité de $0^{mc},40$.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A 2 mèt. et $2^m,30$ de profondeur. | En été. Enlèvement de 11 à 12 contenances de salopes formant | | | | $48^{mc},90$ ou $53^{mc},30$ |
| | En hiver. | — | 8 | — | $35^{mc},50$ |
| A 4 et 5 mètres de profondeur. | En été. | — | 8 à 9 | — | $35^{mc},50$ à $40^{mc}$ |
| | En hiver. | — | 6 | — | $26^{mc},60$ |
| A 8 et 10 mètres de profondeur. | En été. | — | 6 à 7 | — | $26^{mc},60$ à $31^{mc}$ |
| | En hiver. | — | 4 à 5 | — | $17^{mc},60$ à $29^{mc}$ |

On voit que les produits ne diminuent pas en raison inverse de l'augmentation de profondeur ; cela tient à ce que le travail de *piochage* est le même aux diverses profondeurs, et est la partie la plus pénible du travail *total*.

Bélidor dit qu'on payait à l'entrepreneur $2^{fr},40$ pour chaque chargement de salope, ou pour $4^{mc},44$ de matière quelconque autre que le safre (cailloux agglutinés avec de l'argile), mais qu'on lui fournissait le matériel, à charge par lui de le conserver en bon état.

Bélidor cite aussi une machine analogue au port de Brest, dont le ponton avait $16^m,24$ de longueur, $7^m,80$ de largeur, et $2^m,60$ de creux, dont la

cuiller, du poids de 1,700 livres (831 kilogr.), contenait 55 pieds cubes (1m. c., 89) de vase, de la pesanteur spécifique de 83 livres le pied cube (1,185 kilog. le mètre cube), et dont le manche de la cuiller avait 21 mètres de long. Il dit que cette machine extrayait par heure seize cuillerées ou 30 mètres cubes de vase et de sable à une profondeur de 4 à 5 mètres. Elle ne pouvait fonctionner d'ailleurs qu'à 3 mètres de profondeur minimum d'eau.

Ce résultat paraît exagéré, car dans des machines à cuiller encore en usage à Brest, vingt-quatre *forçats* n'extrayent, par heure, que quatre cuillerées de 1mc,60 chacune, de la profondeur de 9 mètres ; et le rapport du produit de la machine à la force employée, n'est que de 0,324.

Figures 662 des planches.

Feu M. Marestier, Ingénieur des constructions navales, dans son beau mémoire sur les bateaux à vapeur américains, décrit l'une des machines à cuiller, en usage aux États-Unis, et représentée figures 662 des planches.

L'appareil est mû par un manége à deux chevaux. La capacité de la cuiller unique est d'environ $\frac{2}{3}$ de mètre cube ; et le produit d'une heure de travail est de 16 mètres cubes élevés d'environ 7 à 8 mètres.

Un cabestan placé dans le même axe vertical que le manége, et qui peut en être isolé à volonté par un verrou, élève la cuiller. Le ponton se fixe d'ailleurs sur le sol par des poutrelles verticales tenues sur les deux bords, qu'on enfonce ou qu'on arrache au moyen de systèmes d'engrenage analogues à ceux des crics. Cet appareil présente plusieurs particularités remarquables :

1° Le point d'appui du manche de la cuiller est variable de position suivant un arc circulaire, et à l'aide d'un petit chariot mobile qui supporte un arbre traversé par le manche ; 2° la potence de support des poulies qui servent à relever la cuiller pleine ou à laisser descendre la cuiller vide est mobile autour d'un axe vertical ; 3° avant de lier le cabestan au manége et de faire pénétrer la cuiller dans le fond, on fait passer la chaîne sous une quatrième poulie T, fixée sur le bord du ponton, afin que la force qui agit sur la cuiller soit plutôt dirigée pour l'emplir que pour l'élever. La chaîne se dégage d'elle-même de cette poulie, lorsque la cuiller, quittant le fond, se rend sous la potence.

M. l'Ingénieur Corne a présenté, dans les *Annales des Ponts et chaussées de* 1833, une note sur une machine à draguer dont il a fait usage au canal du Rhône au Rhin, laquelle à volonté pouvait agir sur les sables et graviers, et sur les fragments de roches,

Dans les diverses machines à mouvement discontinu, mentionnées précédemment, la cuiller décrit un mouvement curviligne pour entrer dans le terrain et pour en sortir. Ce mouvement, surtout avec la vitesse que la cuiller acquiert en tombant, est très-favorable au travail de détachement des matières; mais dans l'ascension de la cuiller pleine, il se perd beaucoup de produits, surtout au moment de l'*émersion*.

On a obvié à ce dernier inconvénient dans les machines de curage italiennes, dites de Malte et de Venise, représentées figures 663 des planches. Figures 663 des planches.

Le mouvement des cuillers est vertical; la cuiller se compose de deux parties, l'une faisant les fonctions de la pioche ordinaire du terrassier, l'autre celle de la pelle. Ces deux parties fermées l'une sur l'autre avant l'ascension empêchent la matière extraite de retomber dans l'eau.

Mais ces machines n'ont guère été employées qu'à 5 et 6 mètres de profondeur d'eau, et dans la Méditerranée où le niveau de la mer est à peu près invariable.

Dans un terrain médiocrement dur, cinq hommes suffisaient pour la manœuvre de la petite machine de Malte, installée par M. l'Ingénieur Garella.

D'après un rapport de feu M. de Prony, la machine dite de Venise, manœuvrée par cinq hommes, extrayait et élevait à $4^{m},50$ et 5 mètres de profondeur, $2^{mc},06$ en cinq minutes.

La plus simple des machines à curer, à mouvement *continu*, est celle dite de *Regemortes*, employée par cet ingénieur au draguage des sables lors de la fondation du pont de Moulins. Elle est représentée figures 664 des planches. C'est évidemment l'imitation sur une grande échelle des chapelets verticaux d'épuisement. Appareils à mouvement discontinu.

Cette machine peut fonctionner à volonté sur un échafaudage fixe ou sur un ponton; mais au plus sur une hauteur de 7 à 8 mètres en contrebas de l'échafaudage. Figures 665 des planches.

Quand le sable est très-grenu ou mélangé de graviers agglutinés, on entremêle les hottes avec des griffes. Cet appareil admet d'ailleurs l'emploi de toute espèce de force motrice. Son principal défaut est d'obliger à faire descendre les aiguilles verticales et à allonger la chaîne avec de fausses mailles, dès que la hauteur change entre le fond et la partie en dévasement. Si dans le travail il y a excès de résistance, les aiguilles et la chaîne cassent ou se déjettent; enfin le mode de versement expose les matières à retomber dans l'eau ou à rester au fond des hottes.

A cette deuxième catégorie de machines appartient aussi l'appareil très-

ingénieux imaginé par M. l'Ingénieur Bouvier pour le curage du canal de Beaucaire, et décrit dans les *Annales des ponts et chaussées* de 1831. Il consiste principalement dans un bateau portant à l'avant une roue à axe horizontal et transversal à la largeur du bateau. La circonférence de cette roue présente des cuillers ou *coches* qui à la fois détachent les matières alluvionnaires, les élèvent et les versent.

Mais cette machine n'est applicable qu'à de petites profondeurs de 2 à 3 mètres, à des terrains assez fermes, et dont le fond est uni; elle ne satisfait pas d'ailleurs à plusieurs des conditions exposées plus haut. Toutefois elle enlève 75 mètres cubes par jour, à une hauteur moyenne de 2 mètres, et au prix de 0f,27 le mètre cube (non compris transport et décharge), mais en tenant compte des intérêts du capital primitif de 9,500 fr., des frais d'entretien et de renouvellement et autres de l'appareil.

Dans les *dredging-machines*, dont l'invention paraît être due aux Hollandais, la chaîne continue de godets et griffes passe en dessus et en dessous d'un tablier ou long plan incliné, lequel est mobile lui-même à son extrémité supérieure autour d'un axe horizontal. L'extrémité inférieure du tablier présente, comme la supérieure, un tambour ou disque polygonal, pour le repliement de la chaîne sans fin des godets, et peut être relevée ou abaissée par un mouvement spécial.

Le ponton qui porte le système est mû du reste, dans le sens longitudinal, par un mécanisme lié au mouvement de rotation de la chaîne des godets et griffes. Dans les machines bien combinées, ce mécanisme est susceptible de varier d'après le plus ou moins de résistance du fond.

Cet ensemble constitue une sorte de *charrue* sous-marine qui creuse de longs sillons. Quand le ponton a fini un sillon, on le déplace latéralement d'un intervalle équivalent à la largeur de ce sillon et pour en recommencer un nouveau.

Il y a des *dredging-machines* où une chaîne unique de godets est placée tantôt au milieu du ponton, tantôt sur un des côtés. La première disposition est plus commode pour l'assiette dans le montage des appareils; la seconde permet de travailler très-près des rives des zones à draguer. Dans d'autres appareils, il y a un tablier et une chaîne sur chacun des bords, de manière à équilibrer les charges et à assurer la stabilité du ponton.

Les *dredging-machines* sont mises en mouvement, soit par des hommes fonctionnant sur des cabestans, des treuils, ou dans des roues à tym-

pan, soit par des manéges de chevaux et de bœufs, comme aux travaux du pont de Bordeaux, soit enfin par des machines à feu, dont la force a varié jusqu'ici depuis 3 jusqu'à 12 chevaux.

On a cité des machines de ce genre mues par 3 chevaux, qui avaient enlevé, en 52 journées de travail, 1750 mètres cubes de déblais à une profondeur moyenne de $7^m,82$ (1).

Les *dredging-machines* employées en Angleterre, celles qui ont fonctionné dans la Seine et dans les bassins de flot des ports de commerce de Cherbourg et du Havre, enfin celle que le mécanicien Maudslay a fournie en 1830 pour le curage du port et de la rade militaire de Toulon, sont mues par des machines à vapeur, dont la force varie de 6 à 12 chevaux.

On reproche à toutes : la trop grande vitesse des godets (dans la cure-môle de Toulon cette vitesse est de 8 mètres par minute) ; la trop grande élévation du point de versement des godets ; la trop faible capacité de ces derniers ; et les lacunes intercalaires aux godets consécutifs, desquelles résulte, au moment de leur émersion successive, la chute au fond de l'eau du demi-cône, ou plutôt du demi-cylindre de vase ou autre matière qui remplissait l'intervalle d'un godet à l'autre.

Au reste, voici quelques résultats de ces machines :

Le bateau dragueur du canal Calédonien portait deux chapelets de chaque bord, chacun de 30 godets, et les bâtiments de transport recevaient 50 tonneaux de déblais ;

La machine à godets, employée au curage des docks des Indes occidentales à Londres, faisait ressortir le tonneau de vase extrait du fond de l'eau, élevé et versé hors l'enceinte, à 1 fr. 70 c. ;

La machine à godets employée à Aberdeen, pouvait extraire 300 tonneaux de vase par jour, et habituellement 150 à 200 tonneaux.

Une machine semblable, appliquée aux travaux du dock du *Humber*, à Hull en Angleterre, était établie sur un ponton de 24 mètres de long, 6 mètres de large, et tirant $1^m,50$ d'eau. La machine était de la force de 6 chevaux, et battait 40 coups par minute ; chaque coup ayant $0^m,60$

(1) La machine qui fonctionnait dans le vieux dock de Hull employait deux chevaux et trois hommes, extrayait la vase à $4^m,46$ de profondeur d'eau, et remplissait habituellement en six et sept heures quatre chalands jaugeant ensemble 180 tonneaux. Cet appareil travaillait pendant sept à huit mois, à compter du mois d'avril.

d'étendue. Les godets étaient au nombre de 29. Six hommes, y compris le mécanicien et les chauffeurs, étaient affectés à la machine.

La machine avait pu fournir jusqu'à 2 tonneaux par minute, de la contenance de 12 godets, à la profondeur d'élévation d'environ $7^m,50$ ; mais le travail ordinaire était de 15 tonneaux par heure, ou de 12 chalandées par jour de 12 à 15 heures, formant ensemble 500 à 550 tonneaux. Le chargement d'un bateau de transport variait de 40 à 48 tonneaux ; leurs dimensions étaient de 16 mètres de long, $5^m,25$ de large au maître-bau, $1^m,50$ de creux. Les bateaux réunis par train au nombre de six, étaient remorqués par 12 hommes ; ils sortaient des bassins de flot un peu avant la haute mer, et allaient jeter la vase à la mer à 180 ou 240 mètres de la
Figures 570 des planches. tête des jetées de l'avant-bassin du port de Hull. La quantité annuelle de vase enlevée du dock du Humber, a varié de 30,000 à 36,000 tonneaux.

Une autre *dredging-machine* anglaise, de la force de 10 chevaux, ne fournissait que 25 tonneaux à la profondeur de 9 mètres, ou $2^t,50$ par heure, et par force de cheval.

La cure-môle du port de Toulon ne produit que 14 à 15 mètres cubes par heure, lorsqu'elle travaille sur du sable, et de 21 à 30 mètres cubes sur de la vase, ce qui ne correspond qu'à 5 tonn. par heure et par force de cheval.

La machine à draguer, de 12 chevaux, qui fonctionnait à Pont-de-l'Arche, sur la Seine, donnait les chiffres ci-dessus, recueillis par feu M. l'Ingénieur Marestier. Elle présentait deux chapelets de 32 hottes chacun, placés sur les deux rives du ponton ; mais toute la force de la vapeur était employée à mouvoir un seul chapelet. La capacité de chaque hotte était de $0^{mc},07$. Lorsque le terrain était composé de sable, de terre franche ou d'alluvions de médiocre dureté, les hottes arrivaient bien pleines. Les trop grosses pierres de 1 mètre cube à $0^{mc},40$ et même à $0^{mc},60$ l'arrêtaient et pouvaient causer des avaries malgré un frein très-ingénieux. La durée de la révolution d'un chapelet était de $2'\frac{1}{2}$ à 3. Cette machine élevait facilement des pierres de $0^m,20$ à $0^m,25$ de diamètre.

Depuis le mois de mars jusqu'au mois de juillet, en 55 jours de travail, cet appareil avait enlevé 5,419 mètres cubes de sable, terres, et d'une énorme quantité d'écailles d'huîtres, à une hauteur de $9^m,76$. Il était payé à l'entrepreneur $2^f,655$ par mètre cube jaugé dans les gabares.

La dépense journalière était de 195 à 200 francs, en tenant compte de l'intérêt du capital, des frais d'entretien, de la paye des ouvriers et de prix du charbon.

On ne doutait point que dans du sable ou de la terre franche, on ne pût enlever 150 à 180 mètres cubes par journée de 12 heures, et à la même hauteur que ci-dessus.

Le dévasement des bassins de flot des ports du commerce de Cherbourg et du Havre a été exécuté, de 1830 à 1835, à l'entreprise, par une machine à double chapelet, de la force de 10 chevaux, susceptible d'enlever jusqu'à 300 à 400 tonneaux de vase par jour. Il était payé 3 fr. 16 c. par mètre cube, mesuré d'après la jauge, extrait et élevé à 7 mètres de hauteur moyenne, versé sur chaland, transporté en rade à une lieue et demie, et versé en mer. En outre, il y avait une prime de 50 fr. par mètre cube de pierres, bois ou autres matériaux retirés dans le dévasement.

Il est remarquable que le dévasement du port d'échouage et de l'avant-port du Havre, effectué à bras d'hommes à basse mer par versement dans des chalands échoués (les transports étant à la même distance que ci-dessus) n'est ressorti par entreprise également qu'à 1 fr. 84 c. le mètre cube. La différence provient probablement des nombreuses entraves et interruptions que la machine subissait dans des bassins toujours encombrés de navires.

L'installation d'une cure-môle à vapeur faite au port de Lorient, par MM. les Ingénieurs des constructions navales, feu Marestier et Fauveau, paraît avoir satisfait à la plupart des conditions de ce genre d'appareils. Elle est représentée figure 665 des planches. Toutefois le ponton, qui avait été établi antérieurement pour des hommes marchant dans des roues à tympan, était trop volumineux et tirait trop d'eau pour sa nouvelle destination. Figures 665 des planches.

Cette machine, de la force motrice de moins de 4 chevaux, qui pouvait facilement extraire et élever à 9 mètres de hauteur moyenne et verser en chalands 400 tonneaux de vase molle, en a fourni pendant *huit années* consécutives habituellement, 240 tonneaux par jour; et par année de 300 journées de travail, *malgré les chômages forcés, les réparations de ponton, tabliers et chaînes*, et des entraves de toute espèce, 72,000 tonneaux.

Le produit, *par heure de travail*, est de $39^t,521$, et de $13^t,17$ *par heure et par cheval*.

La dépense par tonneau extrait et élevé à 9 mètres et versé en chaland, est au plus, en tenant compte des intérêts des capitaux engagés, des entretiens et renouvellements, du combustible et des frais de toute espèce, $0^f,30$.

En comprenant la remorque par eau à 800 mètres de distance maxi-

mum et le versement en arrière d'endiguages à faux frais au plus 1 fr. 269.

Ce chiffre est moindre que ce qu'il en coûterait pour piocher la même terre hors de l'eau, l'élever à 9 mètres et la jeter en dépôt. Cette différence provient des grandes facilités que donne l'eau pour le déplacement des appareils et pour le *détachement* des matières alluvionnaires, et du faible poids de celles-ci pendant le trajet sous l'eau. Mais on doit aussi en attribuer une bonne part à la continuité du mouvement, et à l'excellente installation de l'appareil. Il est probable qu'il réussirait mieux dans son application aux terrassements avec élévation de matières hors de l'eau, que beaucoup des procédés ordinaires.

Au reste en Angleterre, au dock des Indes occidentales, on s'est déjà servi de machines à godets pour élever au-dessus des quais les vases qu'une *dredging-machine* avait versées en chaland.

Les conditions principales auxquelles MM. Marestier et Fauveau avaient cherché à satisfaire, relativement au mécanisme de l'appareil, étaient :

1° Que la force motrice pût être variable, tant à raison de l'inégalité de résistance de fond, que du plus ou moins d'activité du curage. De là l'emploi de deux machines à haute ou à moyenne pression, avec détente, dont une de rechange et de renfort ;

2° Que le mouvement du tablier fût tel qu'un seul homme pût à volonté le déplacer d'une petite quantité, et que le moteur principal fût chargé d'y produire les mouvements plus considérables, et qui exigeraient plus de rapidité ; afin d'éviter à la fois que l'appareil ne s'enfonçât pas assez ou s'enfonçât trop ;

3° Que les chaînes fussent indépendantes des godets, de manière que l'un deux pût être brisé sans que la chaîne fût rompue et que le travail fût arrêté ;

4° Que les godets fussent déviés de leur route au moment du versement pour se vider complétement ;

5° Qu'un frein modérât ou arrêtât même l'action de la machine, lorsqu'elle rencontrerait des obstacles trop graves, afin de prévenir la rupture des godets, des chaînes, et même du tablier ;

6° Que des planchettes *fissent dossier* pour la vase amoncelée depuis l'orifice supérieur d'un godet jusqu'au fond inférieur du godet au-dessus.

Cet appareil vient encore d'être perfectionné par M. Reech, Ingénieur des constructions navales, directeur des études de l'école d'application de ce corps.

Les nouvelles cure-môles construites pour le curage de la rade, peuvent fonctionner jusqu'à 15 mètres de profondeur d'eau, à l'aide d'un tablier de 20 mètres. Elles sont mues par des machines de 6 chevaux, à moyenne pression, à détente et sans condenseur, dont une de rechange et de renfort. Le tablier a $1^m,50$ de large; les godets de la contenance de 120 litres, rapportent 183 litres chacun à l'aide des dossiers intercalaires aux godets. Un régulateur adapté aux machines à vapeur empêchera la partie inférieure du tablier de s'enfoncer trop ou trop peu, sans qu'un homme soit préposé à cette surveillance.

On présente, dans l'appendice n° 3, tome III, deux tableaux résumés des dépenses premières et annuelles du travail de curage, avec transports en remblai effectués au port du commerce de Cherbourg et au port militaire de Lorient.

Avantages et inconvénients des deux catégories de machines.

Les grands appareils de curage des deux catégories ne peuvent fonctionner que dans des zônes où il y ait au moins le tirant d'eau nécessaire pour faire flotter leurs pontons. Même avec ce tirant d'eau, leur effet utile est bien moindre qu'à des profondeurs plus considérables, à raison de la grande obliquité des cuillers et des godets à leur entrée dans le fond; car il en résulte que beaucoup de matières détachées péniblement par la force motrice ne s'élèvent pas jusqu'aux points de versement.

Les appareils à mouvement continu sont les plus productifs; mais c'est à la condition de travailler dans des espaces rectilignes d'une grande étendue en longueur et largeur; car plus les sillons seront courts, plus seront multipliés les déplacements latéraux et les chômages qu'ils occasionnent. Ces chômages sont souvent de deux jours de durée, à raison du déplacement des bouées et amarres, formant à l'avant et à l'arrière des pontons les points fixes à l'aide desquels s'accomplit le mouvement de progressions du ponton.

Les machines à cuiller ont l'avantage *spécial* de travailler dans toute espèce de direction, dans des espaces sinueux et renfoncés, à des profondeurs *brusquement* variables. Les cuillers emmanchées éprouvent d'ailleurs moins d'avaries que les chaînes des godets, en cas de rencontre de longues pièces de bois, d'ancres ou de fortes pierres de taille. Mais leur manœuvre exige une grande variabilité dans la force motrice, suivant que ces cuillers sont immergées ou émergées, à moins qu'il n'y en ait une sur chaque bord, entrant dans l'eau lorsque l'autre en sort.

Enfin ces appareils ne fonctionnent pas avec régularité, et laissent des

cavités d'une profondeur surabondante à côté de reliefs intermédiaires trop élevés.

On ne quittera pas ce sujet sans signaler les inconvénients graves d'une pratique suivie encore dans beaucoup de ports, celle de verser les produits du curage sous l'eau sur divers points extérieurs des ports et rades.

Ces matières, surtout dans les ports à marées, se délayent dans l'eau pendant leur chute ; et la petite quantité qui arrive jusqu'au fond n'y adhère pas et est enlevée par les courants ou par les vagues dans les gros temps, et souvent ramenée aux lieux d'où elle était sortie. On a remarqué, dans la rade de Lorient, que certaines lagunes qui pendant *trente ans* avaient été affectées aux dépôts des produits des cure-môles, ne s'étaient pas *exhaussées sensiblement*, tandis que d'après le cube des matières versées, elles auraient dû être comblées dès les premières années. Au moins conviendrait-il, si l'on ne veut remblayer les produits des cure-môles en arrière d'endiguages *précaires et à faux frais*, de n'effectuer le déchargement des chalands *qu'à basse mer* et sur des plages alors asséchées, bien que cette disposition force de doubler le nombre de ces bateaux.

### *Deuxième moyen d'enlèvement des alluvions.*

Ce procédé n'est applicable qu'aux localités où les matières sont molles, faciles à remettre en suspension dans l'eau, et lorsque les courants sont très-forts *habituellement ou périodiquement*. Des râteaux traînés par des chevaux ou remorqués par des embarcations, ont été employés. Mais des roues complétement immergées, dont la circonférence serait garnie d'un grand nombre de hérissons ou petites *pales*, lesquels seraient animés d'une grande vitesse dans *le sens du courant*, paraîtraient préférables. Car le but qu'on se propose est de mettre les matières détachées en contact avec la plus grande quantité que possible de molécules liquides en mouvement, et de leur imprimer une vitesse en sens contraire de celle de la direction de la pesanteur, et qui soit dirigée dans le même sens à peu près que celle du courant.

### *Troisième moyen d'enlèvement des alluvions.*

L'on a déjà mentionné dans la 24e leçon (page 25, tome II) les appa-

reils qui charrient sous l'eau les matières alluvionnaires. Les figures 335 des planches représentent l'appareil fort bien conçu que M. l'Ingénieur Masquelez a employé à une profondeur de $1^m,70$ pour le curage des canaux de desséchement des marais de Rochefort. Les vannes qu'on y voit ont pour objet d'effectuer de petites chasses et de détacher les vases amoncelées en aval du râteau, lorsqu'elles sont en trop grande quantité et qu'elles deviennent trop compactes. La machine a pu enlever des dépôts de graviers et même pousser devant elle des pierres de taille d'une forte dimension. Figures 335 des planches.

M. l'Ingénieur Masquelez a remarqué que le volume de vases molles avait eu dans certains cas plus de 100 mètres de longueur sur 9 mètres de largeur et $1^m,10$ de hauteur ; bien que la différence entre le niveau de l'eau en amont et en aval du râteau ne fût que de $0^m,10$. En outre la tranche de vase molle détachée s'élevait verticalement le long du râteau, se courbait et se jetait en avant. Ce mouvement était très-prononcé sur les 30 à 40 premiers mètres en aval. La dépense de construction et de gréement du râteau et du bateau n'avait été que de 3,906 fr. Cet appareil pourrait, dans les ports à marée, fonctionner une heure et deux heures avant la basse mer.

Au port militaire de Rochefort, M. l'Ingénieur Hubert, aujourd'hui directeur des constructions navales de ce port, a employé le vent comme force motrice pour faire agir un vaste râteau qui pousse dans la rivière de Charente les alluvions qui se déposent avec une grande abondance à l'entrée des formes sèches de radoub.

### *Quatrième moyen d'enlèvement des alluvions par les courants artificiels des chasses.*

L'emploi de l'eau comme *force motrice* pour détacher et entraîner les matières alluvionnaires a été évidemment suggéré par l'action des cours d'eau *naturels* sur leurs rives et sur leur fond.

L'équipage à ventelles que M. l'Ingénieur Desfontaines avait fait fonctionner sur le Rhin, et qui a été mentionné, page 25, tome II, et dans les figures 334 des planches, est l'exemple le plus simple de ce genre de travail. Cet équipage trouvera peut-être son application dans les chenaux d'entrée vaseux des ports à marée, et dans les derniers temps de la marée descendante. Mais il serait impuissant contre les amas de galets et de graviers qui forment *pouliers* dans les ports de la Manche. Figures 334 des planches.

Un expédient qui n'a pas été tenté, et qui semblerait avoir quelques chances de succès, serait celui d'une ou plusieurs *grandes citernes flottantes* ou réservoirs amovibles, avec parois en bois ou en métal, qui seraient échoués et fortement amarrés, à basse mer, à une petite distance en amont des zônes à désobstruer. Les réservoirs remplis à haute mer laisseraient échapper l'eau à la basse mer suivante.

L'action du volume d'eau entrant ne serait pas ainsi dépensée en partie, comme elle l'est dans les écluses de chasse ordinaires, à dégrader les radiers et bajoyers de ces ouvrages, à creuser des excavations au large des avant-radiers. La vitesse d'écoulement ne s'amortirait pas dans les frottements du trajet; enfin le cours des eaux pourrait toujours être dirigé dans le sens le plus convenable, de manière que la force vive motrice de *chaque molécule liquide* fût utilisée. Car dans les retenues fixes et ordinaires d'eau, malgré les guideaux destinés à conduire les chasses, souvent elles n'atteignent par les *pouliers* ou glissent à leur surface, et passent sans produire d'effet utile.

Enfin l'emploi de réservoirs *amovibles* dispenserait dans beaucoup de circonstances de ces vastes retenues *fixes* qui enlèvent un espace précieux à la navigation et aux constructions civiles. Toutefois on s'empresse de faire observer que ce mode aurait une partie des inconvénients qui ont été reprochés aux machines à draguer dans leur application aux chenaux d'entrée des ports, c'est-à-dire de rétrécir et d'entraver le passage unique des navires entrants et sortants.

**Emploi pour les chasses des eaux des bassins de flot, des canaux de navigation et fossés de fortifications.**

Avant d'établir des retenues d'eau spéciales, on a cherché, comme à Dunkerque, Gravelines, le Havre et La Rochelle, à tirer parti pour les *chasses* des masses d'eau qui étaient déjà réunies pour d'autres destinations, telles que les eaux des bassins de flot, des canaux de navigation débouchant dans les ports, enfin des fossés de fortifications.

La différence de hauteur dans les bassins de flot entre le niveau des *hautes mers de morte eau* d'après lequel le commerce maritime se règle d'ordinaire, et le niveau des *hautes mers de vive eau*, formait une tranche d'eau souvent disponible. En faisant concorder les chasses avec les époques de chômage de toute une ligne de canaux de navigation, on pouvait tirer parti des eaux de leurs dernières zônes aval. Enfin en temps de paix, la vidange complète de l'eau des fossés des fortifications fournie soit par la mer, soit par des affluents d'eau douce, n'avait point d'inconvénients sérieux.

On s'est d'abord servi, pour faire écouler les eaux, de ventelles ordinaires des portes d'écluse. Mais la lenteur d'ouverture de ces orifices trop petits ne produisait qu'un faible courant d'eau : l'action de celui-ci était éteinte à une petite distance à l'aval de l'écluse. Souvent même la tranche d'eau disponible n'était pas encore écoulée que déjà le courant de flot avait reparu et agissait en sens contraire. Que si, pour obvier à ce dernier inconvénient, on commençait les chasses avant la basse mer, le courant glissait en quelque sorte sur les dernières couches d'eau du jusant, et, n'agissant pas directement sur les matières alluvionnaires, s'échappait presque sans aucun résultat.

On aurait pu atténuer ces effets, en employant des ventelles à *flotteurs* ou à *contre-poids*, qui se fussent ouvertes presque instantanément, et dont le contre-poids eût été relevé à *loisir* pour la fermeture des ventelles.

On en vint à substituer aux ventelles mobiles dans le sens vertical, des panneaux ou ventaux mobiles circulairement autour d'axes verticaux et qui faisaient partie intégrante du canevas inférieur des ports d'Èbe. Deux maîtres charpentiers hollandais, Janssen et Diriczun-Muys de Rotterdam et de Delft, paraissent avoir les premiers conçu ce changement. Les ventaux tournants ainsi enchâssés étaient à volonté liés aux portes d'Èbe à l'aide de valets de fer attachés aux poteaux tourillons de ces portes. Les deux *ailerons* du ventail mobile étaient de surface inégale *comme une girouette*, de manière que la différence de pression de l'eau aidait le mouvement de rotation, lequel était d'ailleurs déterminé par des cabestans ou treuils, avec poulies de retour et cordages.

L'Ingénieur Clément imagina d'établir dans chacun des ailerons de petites ventelles de superficie équivalente. Il suffisait alors pour maintenir fermé le ventail tournant, d'ouvrir l'orifice de la ventelle à l'*aileron qui se serait porté à l'aval*, et de tenir fermé l'orifice de la ventelle de l'aileron *qui se serait porté à l'amont*. Pour rendre mobile le ventail tournant, on faisait la manœuvre inverse; et même l'on se bornait à lever la deuxième ventelle un peu plus que la première.

Les figures 666 des planches représentent les ventaux tournants *enchâssés* des anciennes écluses de Bergues et de Mardick, qui existaient au débouché, dans le port de Dunkerque, des canaux de ces noms. **Figures 666 des planches.**

On y fait remarquer les loquets verticaux manœuvrés par des crics qui consolidaient la juxtaposition des poteaux tourillons des portes d'Èbe, avec le ventail tournant lorsqu'il était fermé; et les chaînes qui retenaient les **Ventaux tournants enchâssés.**

ailerons ouverts contre la violence du courant d'eau, et les empêchaient de dépasser le quart de conversion. Un accident grave avait discrédité ce genre de ventaux enchâssés auquel on avait d'ailleurs reproché de rendre les portes principales trop lourdes, trop fáciles à dégrader, surtout lorsque le mer était houleuse au dehors, et agissait alors en sens inverse du mode de tenue du ventail tournant.

Toutefois, on y a eu recours de nouveau pour les portes d'Èbe qui ferment le passage réservé à la navigation dans la nouvelle écluse de chasses de Dunkerque.

Le volume d'eau qui s'écoulait par des ventaux tournants ayant été trouvé encore insuffisant, à raison des contractions de la veine fluide, on a cherché à disposer les portes d'Èbe des bassins de flots, canaux de navigation et fossés de fortification de manière qu'elles pussent s'ouvrir instantanément sur toute leur hauteur. Les croquis des figures 667 des planches indiquent les plus simples des expédients pratiqués pour les ouvertures de 8 à 9 mètres. Mais on n'a obtenu ainsi des chasses plus fortes, qu'en rendant les portes moins solides et moins étanches pour leurs destinations ordinaires.

Figures 667 des planches.

Le second mode, essayé à Nieuport en Belgique, présente deux ventaux qui se superposent lors de la fermeture. Lorsque le ventail du côté du large est rendu libre, il est repoussé dans son enclave par le ventail intérieur que l'eau presse et qui vient lui-même se placer dans sa propre enclave. L'un et l'autre mode ont l'inconvénient que l'écoulement de l'eau ne peut pas être arrêté à volonté.

Dispositions des écluses de Shiedam et Gonda.

On y a obvié dans les dispositions prises à Shiedam et à Gonda en Hollande.

Figures 668 des planches.

La première représentée figures 668 des planches consiste en deux jeux de portes busquées en sens contraire et qui forment à leur réunion, suivant l'axe longitudinal de l'écluse, des angles aigus opposés au sommet s'arc-boutant mutuellement. Les portes de flot placées en amont recouvrent un peu les portes d'Èbe placées en aval, afin que les premières en s'ouvrant entraînent nécessairement les secondes et les rangent dans leurs enclaves.

Les espaces triangulaires compris entre chaque bajoyer de rive, et les ventaux attenants de flot et d'Èbe, communiquent avec deux conduits ou aqueducs longitudinaux, débouchant sur chaque rive aux deux têtes de l'écluse. Des ventelles verticales interceptent à volonté ces conduits, soit vers l'amont, soit vers l'aval. Lorsqu'on veut faire une chasse, on ferme

ces conduits en F, et on les ouvre en D. L'eau qui remplit les espaces triangulaires E s'écoule. Les portes A s'ouvrent par la pression de l'eau intérieure en amont, et font ouvrir les portes B. Quand on veut refermer les portes, à une époque quelconque des chasses, on laisse tomber les ventelles D; l'on ouvre les ventelles F; les espaces E se remplissent, et la double pression de l'eau sur les portes A et B les oblige à se refermer, puisque cette pression n'a guère à vaincre que la pression intérieure sur les portes A.

Figures 660 des planches.

Dans la seconde disposition représentée figures 669 des planches, il n'y a qu'un seul jeu de portes; mais chaque ventail présente en plan une section triangulaire dont le côté le plus court C barre l'écluse, lorsque l'autre B est dans le parement du bajoyer. Chaque bajoyer a une enclave E également triangulaire telle que la porte ouverte puisse s'y loger. Les enclaves communiquent avec des conduits établis comme dans la première disposition. Quand les enclaves sont en rapport avec le bassin intérieur, l'eau y monte au même niveau, et les deux ventaux ferment l'écluse. Mais si l'on intercepte cette communication, et qu'on ouvre celle vers le dehors, la poussée de l'eau du bassin sur les portes n'étant plus équilibrée, les repousse dans leurs enclaves.

Cette deuxième disposition rend les portes très-pesantes; et la tenue et l'étanchement des poteaux tourillons sont très-difficiles, puisque la poussée habituelle de l'eau tend à les écarter des chardonnets.

Aqueducs, conduits et écluses spéciales pour les chasses.

On préfère aujourd'hui, pour opérer les chasses avec les eaux des bassins de flots, canaux de navigation, avoir des conduits, aqueducs ou écluses spéciales, qui ont l'avantage de pouvoir être établis sur divers points, de disséminer les chasses et de permettre de les faire agir à volonté isolément ou simultanément avec les ventelles ordinaires des portes d'Èbe, sur les diverses zônes en aval.

On accole souvent les pertuis de passage pour les navires à ceux qui servent spécialement pour les chasses, comme dans les anciennes écluses de Muyden en Hollande décrites par Bélidor, dans les anciennes écluses de Mardick, et les nouvelles écluses de chasse de Dunkerque. Cette disposition est aussi projetée à la nouvelle écluse de chasse de Calais.

Les terre-pleins des bassins de flot de Flessingue, Anvers, Dunkerque, du bassin de la Barre au Havre, du bassin de flot des ports de commerce de Cherbourg, sont percés d'aqueducs de chasses qui ont de 2 à 4 mètres carré de section de débouché. L'on a vu dans la description des ports

de Saint-Malo et La Rochelle, qu'un grand nombre de ces aqueducs y étaient projetés pour la *dissémination des chasses* dans les ports d'échouage et avant-ports.

A Douvres, en Angleterre, on a établi d'énormes tuyaux en fonte de fer où l'eau coule à pleine section, et ne peut s'échapper latéralement comme dans les courants ordinaires à ciel ouvert. Ces tuyaux souterrains n'entravent pas le stationnement des navires dans les zônes, intercalaires entre les retenues et les bancs ou *pouliers* qu'on veut détruire : et se prêtent d'ailleurs facilement à toutes les déviations que nécessitent les divers gisements de ces bancs.

L'ouverture des aqueducs, ou écluses spéciales, de 2 à 4 mètres de largeur de débouché, se fait par des ventelles à mouvement vertical, ou par des portes tournantes verticales à ailerons de surface inégale analogues aux ventaux *tournants enchâssés* mentionnés plus haut. Toutefois même quand on emploie ce dernier mode pour les chasses, on établit des ventelles de sûreté du côté de la mer et du bassin. Ces ventelles servent à protéger les ventaux tournants contre l'agitation de la mer dans les mauvais temps, à faire fonction de portes de flot et d'Èbe pour le cas de dessèchement; et pour arrêter instantanément le cours des eaux.

La manœuvre des ventelles de 3 à 4 mètres de débouché sous une charge d'eau qui peut varier de 3 à 7 et 8 mètres a été l'objet autrefois d'appareils mécaniques fort encombrants, tels que roues et tympans, combinés avec des treuils et engrenages en bois. Les planches 19, 22, 28, 37, 38, 55, 56, 57 du tome III de l'*Architecture hydraulique de Bélidor,* en retracent de nombreuses variétés.

La presse hydraulique serait applicable si son mouvement direct n'était pas extrêmement lent.

On adoucit du reste les frottements des grandes vannes dans les coulisses de rive par des roulettes cheminant sur des bandes métalliques, ainsi qu'il est indiqué figures 670 des planches ; mais, comme il en résulterait des pertes d'eau, on les intercepte par de petits potelets verticaux d'échappement.

Figures 670 des planches.

Les rapports des surfaces des ailerons d'un même ventail tournant varient beaucoup dans les écluses et aqueducs de chasses exécutés :

Ce rapport est de $\frac{2^m,40}{1^m,60}$ dans les ventaux tournants de la nouvelle écluse de chasse de Dunkerque.

$\frac{4^m,10}{2^m,48}$ dans ceux de l'écluse de chasse de Boulogne.

$\frac{1^m,63}{1^m,47}$ dans ceux de l'écluse de chasse du Tréport, tels que feu M. Décessart les avait construits.

$\frac{2^m,65}{1^m,75}$ dans ceux de l'écluse de chasse de Dieppe, établis par le même Ingénieur.

$\frac{1^m,30}{0^m,85}$ dans les ventaux couplés, qui y ont été substitués subséquemment.

$\frac{1^m,70}{1^m,20}$ dans ceux de l'écluse de chasse de la Floride au Havre.

$\frac{2^m,00}{1^m,80}$ dans ceux des aqueducs de chasse du bassin de la Barre au Havre.

$\frac{1^m,55}{0^m,92}$ dans ceux de l'écluse de chasse du port de commerce de Cherbourg.

Les figures 671 des planches représentent les ventelles de sûreté et ventaux des chasses du bassin de la Barre au Havre. Figures 671 des planches.

Il est évident d'ailleurs que l'on pourrait aussi faire usage des petites ventelles dans les ailerons, imaginées par l'Ingénieur Clément et mentionnées plus haut.

La tenue du ventail s'effectuait jadis par des valets de rotation à axe vertical logés dans les enclaves des bajoyers et s'appuyant contre les poteaux mobiles ou *battants*. Les figures 672 des planches retracent le valet dont on se servait autrefois à la grande écluse de Gravelines. On a eu recours aussi à des poteaux verticaux à mouvement de rotation tenus dans les enclaves et avec section taillée en *échappement*. Figures 672 des planches.

On a fait usage au Havre, pour presser les poteaux battants des ailerons, d'un jeu de poteaux verticaux installé dans les enclaves des bajoyers, l'un fixe, l'autre mobile, formant par des tringles de liaison un parallélogramme d'angles variables (voir figures 671 des planches). Figures 671 des planches.

Pour les pertuis d'écluses de chasse de 6 mètres d'ouverture et au delà, l'Ingénieur Castin avait imaginé des portes tournantes *couplées à ailerons*. Elles ont été employées à l'écluse de chasse du Tréport représentée figures 673 des planches, à celles de Saint-Valery-en-Caux de Fécamp et de la Floride au Havre. On voit que ce sont deux portes ordinaires tournantes à ailerons dont les ailerons les plus larges viennent, quand la porte est fermée, battre sur un poteau vertical d'échappement. Ce poteau est *mobile* sur son axe et façonné de manière que, par un quart de tour et à l'aide d'un levier ou d'un engrenage, il laisse passer les grands ailerons Figures 673 des planches.

des deux ventaux accouplés. On gouverne ces derniers à l'aide de longues tringles avec gaffe. Pour empêcher les ailerons de dépasser une ligne parallèle à l'axe de l'écluse, on ménage de petites bornes saillantes dans le radier.

La tenue supérieure du poteau d'échappement et des poteaux tourillons réclame du reste une grande solidité.

L'on a renoncé au jeu de portes couplées dans l'écluse de chasse de Boulogne, bien que le débouché des pertuis eût $6^{m},55$ de largeur; et M. l'Ingénieur Marguet y a fait exécuter un seul ventail tournant, qui se manœuvre à l'aide de poteaux valets mus par un levier de $1^{m},50$ de longueur. Ce levier est retenu lui-même par un simple loquet qu'il suffit de lever pour opérer les chasses.

M. Decessart, frappé des inconvénients qui résultent des secousses violentes des poteaux d'échappement, poteaux tourillons, et ventaux à ailerons verticaux pendant les chasses, et de la prompte destruction de ces bâtis en bois, avait fait le projet de ventaux à ailerons inégaux, figures 674 des planches, tournant sur un axe *horizontal* et *transversal* à la *largeur du débouché*, et placé au tiers de la largeur totale des ventaux. Mais les contractions de la veine fluide eussent été bien plus nuisibles dans le système nouveau que dans l'ancien; le débit de l'eau eût été moindre dans le même temps; et l'axe de rotation horizontal aurait été aussi exposé aux avaries que les axes verticaux.

Figures 674 des planches.

Quel que soit au reste le genre de ventaux tournants employé pour les chasses, il est très-utile d'établir au large, et comme on l'a fait à Dunkerque et à la Floride au Havre, des portes de flot qui empêchent les courants de flot et les vagues dans les tempêtes d'endommager l'appareil des chasses, et permettent de tenir à sec la retenue et une partie de l'écluse, ou de ne la remplir d'eau qu'en partie pour en retarder l'envasement. Des fermetures d'Èbe seraient également utiles pour arrêter instantanément l'écoulement des chasses.

Retenues spéciales pour les chasses.

L'emploi des eaux des bassins de flot et canaux de navigation pour chasses ne saurait convenir qu'aux localités où les alluvions en vase ou sable vasard, ayant une marche *uniforme et régulière*, peuvent être enlevées à des époques fixes et notifiées d'avance au commerce maritime, et moyennant un chômage de quelques jours dans la belle saison. Même dans ces conditions, cette ressource est souvent insuffisante à raison de la grande distance qui sépare d'ordinaire les bassins de flot et débouchés

des canaux de navigation des zônes à approfondir, et notamment de l'entrée des chenaux bordés de jetées.

Quelquefois même les chasses n'ont désobstrué les zônes voisines de leur point de départ en amont, qu'au détriment des zônes éloignées en aval, où les courants ralentis déposaient ce qu'ils avaient enlevé.

Mais dans les ports comme ceux de la Manche, où un seul coup de vent de sud-ouest, ouest et nord-ouest amoncèle à l'entrée d'un chenal des masses énormes de galets, graviers et sables qui en barrent l'entrée et la sortie, il faut aussi pouvoir disposer instantanément de l'action des chasses. Il faut n'être pas arrêté par le stationnement dans les bassins de flot ou gares des canaux de navigation ; soit de bâtiments fins qui ne pourraient supporter l'échouage, en cas d'abaissement des eaux par l'ouverture des chasses ; soit de bâtiments ordinaires qui menaceraient de rompre leurs amarres et de partir en dérive par la force du courant intérieur déterminé par la même ouverture des chasses.

Dans de pareils ports, des retenues spéciales sont indispensables, sauf à les employer comme succursales des ports d'échouage, et à construire des écluses distinctes l'une pour les chasses, l'autre pour la navigation. On accole souvent les pertuis pour les deux destinations, comme à l'écluse de chasse de Dunkerque, dont M. l'ingénieur en chef Cuel a bien voulu donner en communication le dessin complet, duquel on a extrait les figures 675 des planches. Figures 675 des planches.

La meilleure position d'une retenue d'eau *spéciale* pour chasses est évidemment celle qui est au minimum de distance des zônes à désobstruer; et si, comme dans les ports de la Manche, cette zône est le chenal *d'entrée*, la retenue doit être au moins à l'origine *amont* du chenal, comme au Havre et à Dunkerque. On y gagne ainsi plus de hauteur de chute pour les eaux ; et l'on préserve à la fois les bâtiments en stationnement dans les avant-port et port d'échouage, des secousses que la violence des chasses y déterminerait. Dans tous les cas, pour prévenir les remous de ces courants, on prend la précaution de laisser écouler à basse mer une nappe d'eau dans les zônes en amont du débouché des chasses, d'une hauteur à peu près égale à celle qu'elles affecteront. Figures 534 et 546 des planches.

La direction du débouché des chasses doit être telle qu'elles frappent *normalement* les pouliers des galets, graviers et sables à déblayer. Si les jetées sont rectilignes et d'un seul alignement, l'on sera forcé d'obliquer les courants des chasses relativement à la direction des jetées ; de là des

bricoles dans le trajet des eaux qui auront le double inconvénient d'endommager le pied des jetées et d'éteindre une partie des chasses en chocs nuisibles.

Si la jetée du côté d'où viennent les alluvions est tracée dans la forme convexe recommandée par feu M. Lamblardie père, et qui vient d'être adoptée pour le prolongement de la jetée Est du port de Dieppe, le courant des chasses peut être parallèle à l'alignement des parties amont de la jetée.

La forme de retenue la plus convenable pour les chasses est évidemment celle d'un cercle, dont le centre serait à peu près au débouché des chasses; on s'en est beaucoup approché dans la nouvelle retenue de Dunkerque. Les molécules d'eau ont ainsi le minimum de trajet intérieur à parcourir pour arriver à l'issue commune, et le minimum de hauteur de chute est dépensé pour leur procurer la vitesse nécessaire à leur arrivée.

La forme la plus désavantageuse est celle d'un parallélogramme oblong: elle a été adoptée cependant dans beaucoup de ports, par suite de la difficulté de trouver à proximité des chenaux d'entrée des ports des terrains d'une grande étendue pour former réservoirs d'eau à peu près circulaires.

Alimentation des retenues spéciales pour chasses.

L'alimentation des retenues s'effectue soit par la mer seule, soit par des affluents d'eaux douces, ou par le concours de ces deux modes.

Quand les courants d'eaux douces sont torrentiels, chargés de troubles dont on ne peut les purger, on préfère les dévier et les laisser directement se rendre à la mer, afin de prévenir à la fois la diminution de la capacité de la retenue par le dépôt des troubles et les inondations en amont. Même en se servant des eaux douces pour l'alimentation des retenues, il est essentiel : 1° de se ménager les moyens de les détourner temporairement pour le cas où la retenue devrait être asséchée; 2° d'avoir un déversoir d'évacuation surtout pour les crues.

A la retenue des chasses du port de commerce de Cherbourg, qui reçoit les eaux des rivières de la Divette et de Trottebec, on a placé de plus à l'amont et au débouché des deux rivières, des portes de flot qui empêchent les fortes marées de pénétrer dans la vallée, et d'y déterminer des gonflements d'eau plus considérables que ceux qui résulteraient de l'accumulation des eaux vives pendant quelques heures de haute mer.

Capacités des retenues spéciales pour chasses.

La capacité d'une retenue et le débouché des chasses dépendent du volume d'eau dont l'écoulement est nécessaire pendant l'étale de basse mer pour désobstruer les zones encombrées d'alluvions. Ce volume dépend lui-même de la hauteur de chute disponible, de l'intervalle qui sépare

l'écluse de chasse du lieu de gisement de ces alluvions, des quantités et force d'agglomération de ces matières.

Ainsi que M. Lamblardie fils l'a fait observer dans un mémoire imprimé en 1826, et relatif au canal maritime alors projeté de Paris au Havre :

« La limite d'approfondissement d'un chenal dépend principalement de » la hauteur des chutes des chasses; et lorsque le fond du chenal aura at- » teint la forme qui lui conviendra pour que sa résistance soit en équilibre » avec la force du courant, la plus grande durée des chasses n'ajoutera » rien à la profondeur du chenal. La capacité d'une retenue sera suffisante » quand le courant des chasses qu'elle alimentera conservera sa force » *propre*, pendant un temps un peu plus considérable que celui qui est » nécessaire à l'enlèvement des alluvions qui peuvent être apportées dans » le chenal d'une chasse à l'autre. Si ce temps était moindre que cette li- » mite, le chenal continuerait de s'encombrer; s'il correspondait à cette » limite, les dépôts disparaîtraient, mais le fond *naturel* du chenal ne » changerait pas; enfin si le temps des chasses allait au delà, le chenal » atteindrait d'*autant plus vite* son maximum de profondeur que cet excé- » dant serait plus considérable.

» A Dieppe, la durée et la puissance des chasses sont évidemment suffi- » santes pour déblayer le chenal de toutes les alluvions que la mer y ap- » porte; mais leur effet ne va pas au delà. En augmentant la durée des » chasses, on augmenterait probablement la profondeur du chenal. Mais » si l'on considère, d'une part que l'ascension de la mer s'oppose à ce que » l'accroissement de durée soit de plus d'une heure à une heure et demie; » et d'autre part que la puissance du courant des chasses, lorsqu'elle agit » au-dessous des basses mers, est considérablement diminuée par l'inertie » de la nappe d'eau inférieure; on concevra que la limite de l'approfondis- » sement du chenal de Dieppe, si l'on n'augmentait pas la chute des écluses, » ne serait pas de beaucoup en contrebas du fond actuel, et que l'on se » ferait illusion en espérant un approfondissement tel que des grands na- » vires pussent entrer et sortir *à toute heure de marée.* »

Le tableau ci-contre fournit les principaux renseignements qu'on a pu recueillir sur les retenues et écluses de chasses, notamment dans la statistique des ports de commerce, récemment publiée par l'administration des ponts et chaussées. Ce tableau est plutôt un cadre pour réunir des renseignements ultérieurs.

| NOMS des ports et des retenues. | EMPLACEMENT et forme des retenues; direction du débouché des chasses. | Distance développée du débouché des chasses à la tête de la jetée la plus saillante du chenal. | Largeur moyenne du chenal. | Nature des alluvions. | Surface de la retenue. | Hauteur d'eau moyenne. | Volume d'eau contenu moyennement dans la retenue. | Nombre des pertuis des chasses. | Somme des largeurs de débouché des pertuis. | HAUTEUR de l'eau sur le radier de l'écluse | | HAUTEUR de l'eau sur le radier. | | VOLUME D'EAU écoulée par marée. | | EFFETS obtenus et observations diverses. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | à basse mer de morte eau. | à basse mer de vive eau. | à haute mer de morte eau. | à haute mer de vive eau. | à basse mer de morte eau. | à basse mer de vive eau. | |
| Retenue des chasses d'Ostende, en Belgique. | | | | Sable vasard. | mq. 298,030 | m. 2,32 | mc. 691,355 | | m. 11,60 | | | | m. 4,42 | | mc. 691,355 s'écoulant en 2 h. et demie. | Le courant se fait sentir à 2.000 mètres en aval de l'écluse. |
| Anciennes écluses de chasses de Dunkerque. | Canaux de navigation et fossés de fortification débouchant dans le port de Dunkerque. | | | *Id.* | 252,228 | 1,27 | 322,368 | | 14,30 | | | | | | 322,368 s'écoulant en 2 h. | L'effet des chasses, selon Bélidor, se faisait sentir à 3.600 mèt. en aval des écluses. Le port de Dunkerque et le chenal d'alors avaient été approfondis de $4^m,70$ en dix ans. |
| Nouvelles écluses des chasses de Dunkerque. | A 850 mètres en amont de la tête des jetées; forme presque circulaire; débouché oblique à l'axe du chenal. (*V.* fig. 534 des planches.) | m. 850 | m. 70 au delà de l'écluse. | *Id.* | 300,050 | 2,33 | 700,000 | 5 | 21,00 | 0,48 | 0,00 | m. 3,80 | 4,85 | | 700,000 s'écoulant dans la première heure. | La passe a été creusée en aval du débouché des chasses, à $3^m,15$ en contre-bas des basses mers de vive eau. Les fossés et canaux peuvent fournir 200.000 mètres cubes dans la première heure, indépendamment des 700.000 mètres cubes ci-contre. |
| Retenue des chasses à Gravelines. | Fossés de la place. | | | *Id.* | 150,000 | | | | | | | | | | 300,000 s'écoulant en une heure. | Les canaux de navigation peuvent fournir 100.000 mètres cubes en sus des 300.000 mètres cubes. |
| Retenue des chasses projetée à Calais. | A l'entrée du chenal; forme oblongue; débouché oblique. (*V.* fig. 537 des planches.) | 950 | 70 | *Id.* | | | | 3 | 18,00 | | | | | | 1 million de mèt. cubes par marée. | |
| Retenue des chasses de Boulogne. | A fond du port; forme oblongue; débouché oblique (*V.* fig. 539 de planches.) | 1700 | 80 | *Id.* | 600,330 | | | | | | | | | | 220,000 d'eau dans la prem. heure. | |
| *Id.* de St.-Valery-Sur-Somme. | Canal artificiel de dérivation de 13,500 mètres de longueur; fournissant 20 à 25 mètres cubes d'eau par seconde en temps ordinaire. | | | *Id.* | 135,000 | | | | 17,20 | | | | | | 810,000 en une heure, en temps ordinaire. | |
| *Id.* du Tréport. | Au fond du port; forme oblongue; débouché oblique | 540 | 40 | Galets. | 190,000 | 0,94 | 180,000 | 2 | 12,40 | m. 0.10 | (—2) | 1,60 | 4,10 | | 180,000 dans la pre- | La charge d'eau à haute mer de morte eau n'est que de $1^m,50$. A l'origine de son établissement cette retenue avait creusé en cinq mois, sur $2^m,60$ de profondeur, un chenal de 480 mètres de longueur développée, |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (*V.* fig. 543 des planches.) | | | | | | | | | | | | | | | ou plus de 49.000 tonneaux. |
| *Idem* de St.-Valery-en-Caux. | *Id.*. Débouché oblique à l'axe du chenal. (*V.* le plan, fig. 544 des pl.) | 600 environ. | 35 | *Id.* | 60,000 | ... | ..... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 100,000 dans la première heure. | A entretenu le chenal à profondeur. |
| *Idem* de Fécamp. | *Id.* (*V.* le plan, fig. 515 des pl.) | 500 pour l'écluse Nord. | 50 | *Id.* | 280,000 | ... | ..... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 800,000 dans la première heure. | *Id.* |
| *Idem* de la Floride, au Havre. | Emplacement de 350 mèt. en amont de la tête de la jetée la plus saillante; forme oblongue; débouché dans l'axe du chenal. (*V.* fig. 546 des planches.) | 350 | 66 | Galets et graviers. | 76,000 | 4,80 | 364,800 | 2 | 11,70 | 2,70 | 0,70 | 4,50 | 6,00 | ... | 114,000 dans la première heure. | Chasses insuffisantes. M. Lamblardie fils avait évalué à 750,400 mètres cubes d'eau dans la première heure le volume d'eau nécessaire. En joignant aux chasses de l'écluse de la Floride, celles des aqueducs de fond de l'avant-port, des aqueducs du bassin de la Barre, et des ventelles des bassins, on aurait 200 mètres cubes d'eau par seconde pour le premier quart d'heure sur une largeur de 51 mètres et une hauteur de 1 mètre. La vitesse serait de $1^{m},60$ près de l'écluse de la Floride. Une vitesse de 1 mètre par seconde détache des galets gros comme des œufs. |
| *Idem* de Honfleur. | (*V.* le plan, fig. 547 des pl.) | ..... | ..... | Vase. | 9,500 | ... | 190,000 plus 38,000 du vieux bassin, plus 50,000 du neuf. | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 199,000 dans la première heure. | Insuffisante pour maintenir la profondeur d'eau. |
| Retenue des chasses du port de commerce de Cherbourg. | Emplacement au fond de l'avant-port; forme oblongue; débouché oblique. (*V.* fig. 548 des planches.) | 840 | 50 | Sable vasard. | 31,500 | 4,00 | 126,000 | 1 | ... | 0,50 | 0,60 | 3,50 | 5,10 | ... | 66,000 dans la première heure. 100,000 mc. au plus. | A entretenu la profondeur de l'avant-port et du chenal. On ne fait presque jamais manœuvrer l'écluse; et l'on se borne à laisser entrer et sortir la marée dans la retenue, ou à laisser écouler au jusant les eaux des rivières de la Divette et de Trottebec. Un banc s'est formé dans la zône entre les têtes inégalement saillantes des deux jetées neuves. |
| *Idem* de Noirmoutiers. | ............... | ..... | ..... | Vase. | 60,000 | ... | ..... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 24,000 dans la première heure. | |
| Retenues actuelles des chasses à La Rochelle. | Fossés des fortifications et canaux de navigation; forme oblongue; débouché oblique. (*V.* fig. 556 des planches.) | 200 | 30 | *Id.* | 130,000 | 3,25 | 422,500 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 180,000 dans la première heure qui vont être portés à 422,500 mc. | Les retenues actuelles, même approfondies pour 422.500 mètres cubes, sont encore présumées insuffisantes. |
| *Expériences diverses.* | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1re Expérience. | ............... | ..... | 27 | Galets. | .... | ... | 443,000 | ... | 12,00 | ... | ... | ... | 4,73 | ... | 473,000 en deux heur. | Cette masse d'eau peut entretenir à profondeur un chenal de 25 mètres de largeur. |
| 2e Expérience faite par feu M. Lamblardie père. | ............... | ..... | 42 | *Id.* | .... | ... | 296,000 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 296,000 en une heure. | Une pareille masse d'eau doit entretenir un chenal à l'entrée duquel la mer apporte 74.000 mètres cubes de galets par an. |

| NOMS des ports et des retenues. | EMPLACEMENT et forme des retenues ; direction du débouché des chasses. | Distance développée du débouché des chasses à la tête de la jetée la plus saillante du chenal. | Largeur moyenne du chenal. | Nature des alluvions. | Surface de la retenue. | Hauteur d'eau moyenne. | Volume d'eau contenu moyennement dans la retenue. | Nombre des pertuis des chasses. | Somme des largeurs de débouché des pertuis. | HAUTEUR de l'eau sur le radier de l'écluse | | HAUTEUR de l'eau sur le radier. | | VOLUME D'EAU écoulée par marée. | | EFFETS obtenus et observations diverses. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | à basse mer de morte eau. | à basse mer de vive eau. | à haute mer de morte eau. | à haute mer de vive eau. | à basse mer de morte eau. | à basse mer de vive eau. | |
| Retenue des chasses d'Ostende, en Belgique. | .............. | ..... | ..... | Sable vasard. | mq. 298,030 | m. 2,32 | mc. 691,355 | .. | m. 11,60 | ... | ... | ... | m. 4,42 | ... | mc. 691,355 s'écoulant en 2 h. et demie. | Le courant se fait sentir à 2.000 mètres en aval de l'écluse. |
| Anciennes écluses de chasses de Dunkerque. | Canaux de navigation et fossés de fortification débouchant dans le port de Dunkerque. | ..... | ..... | *Id.* | 252,228 | 1,27 | 322,368 | .. | 14,30 | ... | ... | ... | ... | ... | 322,368 s'écoulant en 2 h. | L'effet des chasses, selon Bélidor, se faisait sentir à 3.600 mèt. en aval des écluses. Le port de Dunkerque et le chenal d'alors avaient été approfondis de $4^{m},70$ en dix ans. |
| Nouvelles écluses des chasses de Dunkerque. | A 850 mètres en amont de la tête des jetées; forme presque circulaire; débouché oblique à l'axe du chenal. (*V.* fig. 534 des planches.) | m. 850 | m. 70 au delà de l'écluse. | *Id.* | 300,050 | 2,33 | 700,000 | 5 | 21,00 | 0,48 | 0,00 | m. 3,80 | 4,85 | ... | 700,000 s'écoulant dans la première heure. | La passe a été creusée en aval du débouché des chasses, à $3^{m},15$ en contre-bas des basses mers de vive eau. Les fossés et canaux peuvent fournir 200.000 mètres cubes dans la première heure, indépendamment des 700.000 mètres cubes ci-contre. |
| Retenue des chasses à Gravelines. | Fossés de la place. | ..... | ..... | *Id.* | 150,000 | ... | ..... | .. | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 300,000 s'écoulant en une heure. | Les canaux de navigation peuvent fournir 100.000 mètres cubes en sus des 300.000 mètres cubes. |
| Retenue des chasses projetée à Calais. | A l'entrée du chenal; forme oblongue; débouché oblique. (*V.* fig. 537 des planches.) | 950 | 70 | *Id.* | ... | ... | ..... | 3 | 18,00 | ... | ... | ... | ... | ... | 1 million de mèt. cubes par marée. | |
| Retenue des chasses de Boulogne. | A fond du port; forme oblongue; débouché oblique (*V.* fig. 539 de planches.) | 1700 | 80 | *Id.* | 600,330 | ... | ..... | .. | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 220,000 d'eau dans la prem. heure. | |
| *Id.* de St.-Valery-Sur-Somme. | Canal artificiel de dérivation de 13,500 mètres de longueur; fournissant 20 à 25 mètres cubes d'eau par seconde en temps ordinaire. | ..... | ..... | *Id.* | 135,000 | ... | ..... | .. | 17,20 | ... | ... | ... | ... | ... | 810,000 en une heure, en temps ordinaire. | |
| *Id.* du Tréport. | Au fond du port; forme [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | m. [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | | 180,000 | La charge d'eau à haute mer de morte eau n'est que de $1^{m},50$. A l'origine de son établissement cette retenue avait creusé en cinq mois, sur $2^{m},60$ de profondeur, un chenal de [illegible] |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (V. fig. 543 des planches.) | | | | | | | | | | | | | | | [illegible] est de 32.000 mètres cubes ou plus de 49.000 tonneaux. |
| *Idem* de St.-Valery-en-Caux. | *Id.*. Débouché oblique à l'axe du chenal. (V. le plan, fig. 544 des pl.) | 600 environ. | 35 | *Id.* | 60,000 | | | | | | | | | | 100,000 dans la première heure. | A entretenu le chenal à profondeur. |
| *Idem* de Fécamp. | *Id.* (V. le plan, fig. 515 des pl.) | 500 pour l'écluse Nord. | 50 | *Id.* | 280,000 | | | | | | | | | | 800,000 dans la première heure. | *Id.* |
| *Idem* de la Floride, au Havre. | Emplacement de 350 mèt. en amont de la tête de la jetée la plus saillante; forme oblongue; débouché dans l'axe du chenal. (V. fig. 546 des planches.) | 350 | 66 | Galets et graviers. | 76,000 | 4,80 | 364,800 | 2 | 11,70 | 2,70 | 0,70 | 4,50 | 6,00 | | 114,000 dans la première heure. | Chasses insuffisantes. M. Lamblardie fils avait évalué à 750,400 mètres cubes d'eau dans la première heure le volume d'eau nécessaire. En joignant aux chasses de l'écluse de la Floride, celles des aqueducs de fond de l'avant-port, des aqueducs du bassin de la Barre, et des ventelles des bassins, on aurait 200 mètres cubes d'eau par seconde pour le premier quart d'heure sur une largeur de 51 mètres et une hauteur de 1 mètre. La vitesse serait de 1m,60 près de l'écluse de la Floride. Une vitesse de 1 mètre par seconde détache des galets gros comme des œufs. |
| *Idem* de Honfleur. | (V. le plan, fig. 547 des pl.) | | | Vase. | 9,500 | | 190,000 plus 38,000 du vieux bassin, plus 50,000 du neuf. | | | | | | | | 199,000 dans la première heure. | Insuffisante pour maintenir la profondeur d'eau. |
| Retenue des chasses du port de commerce de Cherbourg. | Emplacement au fond de l'avant-port; forme oblongue; débouché oblique. (V. fig. 548 des planches.) | 840 | 50 | Sable vasard. | 31,500 | 4,00 | 126,000 | 1 | | 0,50 | 0,60 | 3,50 | 5,10 | | 66,000 dans la première heure. 100,000 mc. au plus. | A entretenu la profondeur de l'avant-port et du chenal. On ne fait presque jamais manœuvrer l'écluse; et l'on se borne à laisser entrer et sortir la marée dans la retenue, ou à laisser écouler au jusant les eaux des rivières de la Divette et de Trottebec. Un banc s'est formé dans la zône entre les têtes inégalement saillantes des deux jetées neuves. |
| *Idem* de Noirmoutiers. | | | | Vase. | 60,000 | | | | | | | | | | 24,000 dans la première heure. | |
| Retenues actuelles des chasses à La Rochelle. | Fossés des fortifications et canaux de navigation; forme oblongue; débouché oblique. (V. fig. 556 des planches.) | 200 | 30 | *Id.* | 130,000 | 3,25 | 422,500 | | | | | | | | 180,000 dans la première heure qui vont être portés à 422,500 mc. | Les retenues actuelles, même approfondies pour 422.500 mètres cubes, sont encore présumées insuffisantes. |
| *Expériences diverses.* | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1re Expérience. | | | 27 | Galets. | | | 443,000 | | 12,00 | | | | 4,73 | | 473,000 en deux heur. | Cette masse d'eau peut entretenir à profondeur un chenal de 25 mètres de largeur. |
| 2e Expérience faite par feu M. Lamblardie père. | | | 42 | *Id.* | | | 296,000 | | | | | | | | 296,000 en une heure. | Une pareille masse d'eau doit entretenir un chenal à l'entrée duquel la mer apporte 74.000 mètres cubes de galets par an. |

Une observation importante, sur laquelle l'on doit revenir, c'est que l'on aidera puissamment l'action des chasses sur les alluvions, particulièrement sur celles en graviers et sables, en la faisant précéder par des appareils qui en labourent les massifs en augmentant les surfaces *apparentes*, et empêchent ainsi les eaux de glisser dessus.

Bélidor recommande avec raison (page 387, tome 3, de l'*Architecture hydraulique*) de subdiviser les pouliers et bancs par des lignes de clayonnage à faux frais, et de diriger d'abord les chasses dans quelques-uns de leurs intervalles, puis sur les reliefs qui resteront intermédiaires.

Figures 676 des planches.

On s'est servi, pour guider les courants des chasses à Dunkerque, d'un ponton-valet, dont la figure 676 des planches fera connaître suffisamment les formes et dispositions.

Figures 677 des planches.

Au Havre et à Honfleur, des radeaux nommés *guideaux*, imaginés par l'ingénieur *Castin*, représentés figures 677 des planches, et décrits par Bélidor, page 131, tome 4, de l'*Architecture hydraulique*, ont le même objet. Ces radeaux flottent à mer haute, et peuvent être conduits sur un point quelconque. Quand la mer baisse, on fait descendre dans les *écoutilles* ou coulisses du radeau, des pieux de support mobiles qui se fixent à diverses hauteurs à l'aide de linguets attachés sur le radeau. La partie de ces pieux qui est au-dessous du radeau, forme alors épontille à basse mer; et le radeau est dressé ainsi suivant l'inclinaison voulue. Plusieurs de ces radeaux sont réunis au besoin; mais leur manœuvre est très-difficile dans les gros temps.

Tracé et exécution des écluses de chasses.

L'on a vu par le tableau ci-dessus que la grandeur des pertuis des écluses de chasses varie depuis 2 mètres jusqu'à $6^m,609$; les piles de séparation ont ordinairement de 3 à $3^m,20$. Les grands débouchés favorisent le prompt écoulement de l'eau dans les premières heures de la basse mer, puisqu'ils atténuent de beaucoup les contractions des veines-fluides. Mais les ventaux tournants et leurs portes de flot de défense vers le large deviennent également plus lourds et plus faciles à se détraquer.

Les pertuis d'un débouché de 3 à 4 mètres ont l'avantage spécial de faciliter le morcellement des chasses, et de permettre ainsi à volonté leur action simultanée ou successive sur les divers gisements des bancs et pouliers.

Les écluses de chasses, comme les écluses ordinaires des bassins de flot et doks, ont à résister particulièrement, dans leur radier, à la charge d'eau intérieure lorsque les retenues sont pleines, et à la charge d'eau extérieure quand les portes de flots fonctionnent pour l'assèchement temporaire de ces retenues. Mais de plus, elles doivent soutenir le choc des courants

d'eau qui tendent à dégrader rapidement les parties inférieures des bajoyers et le radier, soit directement, soit par l'intermédiaire des fermetures. Ces écluses sont d'ailleurs exposées aux érosions en amont, et surtout en aval de leurs têtes. Les portions des maçonneries qui reçoivent le choc direct de l'eau doivent donc être exécutées en matériaux d'un grand volume, disposés en boutisses et reliés les uns aux autres dans les mêmes assises, et d'une assise à l'autre.

Un avant-radier à l'amont vers la retenue est nécessaire toutes les fois que le fond n'est pas du rocher; cet ouvrage doit présenter d'ailleurs plusieurs lignes transversales de palplanches jointives ou de massifs de béton formant des sortes de tenons dans le sol.

A la nouvelle écluse de chasse de Dunkerque (voir fig. 675 des pl.), la longueur de l'avant-radier, dans le sens de l'axe de l'écluse, est de 30 mètres, à compter de la tête de l'écluse; et il est formé d'un grillage piloté et bordé. Figures 675 des planches.

Au Tréport, cette cote est de 17 mètres (voir fig. 673 des pl.). Les rives, aux abords de l'écluse, sont revêtues d'estacades en bois de $1^m,4$ de hauteur. Figures 673 des planches.

A Dieppe, l'avant-radier a 18 mètres de longueur.

Cette dimension est réduite à 16 mètres à l'écluse de chasse de la Floride, au Havre.

L'avant-radier à l'aval, est ordinairement suivi vers le large d'une plateforme inclinée, dite *faux radier*. Bélidor conseillait de donner à l'avant-radier, à partir du débouché des chasses, une longueur quintuple au moins de la hauteur maximum de chute. Le faux radier assis dans l'ancienne écluse de Mardik à Dunkerque, est long de 30 mètres, suivant l'axe de l'écluse. Celui de l'écluse des chasses de Boulogne a 25 mètres.

L'avant-radier et le faux radier ont ensemble : au Tréport, 31 mètres; à Dieppe, 40 mètres; à l'écluse de la Floride, au Havre, 60 mètres; enfin, à la nouvelle écluse de chasse de Dunkerque, 60 mètres.

Les avant-radiers et faux radiers, dans les localités *où il y a des vers marins*, doivent être de préférence construits en maçonneries hydrauliques de pavés, ou pierres de taille de champ; sauf à les revêtir d'une plateforme à faux frais en bois.

Dans les autres localités, un grillage piloté et bordé peut être généralement adopté. L'on a soin ici, comme dans l'avant-radier en amont, de subdiviser aussi l'espace par des lignes transversales de palplanches jointives ou par des *massifs de béton*.

A la nouvelle écluse de chasse de Dunkerque, on a suivi à peu près le

Figures 667 des planches.

genre de construction de l'ancienne écluse de Mardik; et le faux radier y est composé d'une première couche inférieure de terre glaise de 0m,50 d'épaisseur, puis d'un tunage dont les fascines sont posées dans le sens du fil de l'eau, avec rangées transversales de clayonnages. Les cases des tunages sont remplies de blocaille d'enrochement; le tout est couronné d'un grillage de traversines et longrines bordé par-dessus.

A l'écluse de la Floride, au Havre, les cases d'un grillage piloté et bordé ont été remplies en terre glaise sur 1 mètre ou 1m,50 de hauteur, et des injections faites après coup en ont bouché tous les vides.

Il est inutile de recommander, à défaut de quais en bois ou en maçonnerie, de revêtir à l'aval des écluses de chasses avec des estacades en bois, des tunages ou des pérés, les rives des terre-pleins exposés au choc du courant des chasses. Les figures 675 des planches indiquent le genre de revêtissage qui a été adopté à l'aval de l'écluse de chasse de Dunkerque.

Les maçonneries des écluses de chasse de Dieppe et du Tréport, y compris radier, piles et bajoyers, ont été exécutées dans un caisson unique; et feu M. Décessart avait évalué que ce mode de construction avait été beaucoup plus économique que ne l'eût été celui par bâtardeaux avec épuisement. Toutefois l'écluse de la Floride, au Havre, et la nouvelle écluse de chasses de Dunkerque, ont été faites suivant ce dernier mode.

Le mode de fondation par béton immergé, toutes les fois que les circonstances locales le permettent, semble préférable, autant sous le rapport de l'économie dans la construction première, que de l'imperméabilité de la fondation.

Le tome II des œuvres de Décessart décrit avec détail les divers procédés que feu M. Lamblardie père avait employés : pour le draguage dans l'emplacement de l'écluse, les versements et le régalage des terres dans les cavités du fond dragué; pour le coulage d'un matelas de mousse avant l'immersion, et l'échouage du caisson. La figure 678 indique les maçonneries ainsi élevées.

Figures 678 des planches.

On sait que malgré tous les soins apportés à l'exécution de cet ouvrage difficile, il avait éprouvé des affouillements considérables sous le radier, à raison du détrempage et de l'enlèvement par les eaux de l'argile et du sable qui agglutinaient le massif de galets de 5 mètres d'épaisseur sur lequel l'écluse était assise. On sait aussi que M. Bérigny, aujourd'hui Inspecteur général des ponts et chaussées, y a fait une des plus heureuses applications du nouveau procédé d'injection, mentionné page 52, tome Ier du programme, et représenté figure 71 des planches.

M. l'Ingénieur Frissart, à l'aide du même procédé, est parvenu à injecter 10 mètres cubes de mortier hydraulique sous le radier de l'écluse de chasse de la Floride au Havre.

Les portes tournantes simples et couplées des écluses de chasses n'opposent aucune difficulté dans leur disposition et confection. Les chocs qu'elles éprouvent excluent l'emploi de la fonte de fer; et la prompte oxydation du fer forgé dans l'eau de mer, le rend aussi peu propre à former le bâtis de ce genre de fermeture. Les premières portes tournantes de l'écluse de la Floride, au Havre, avaient été bordées intérieurement et extérieurement, de manière à former une *caisse flotteur* qui les rendît plus légères; mais on avait omis de les doubler, et les vers marins ayant percé les planches de la caisse, les portes sont devenues plus lourdes par l'eau et la vase qui y séjournaient.

Les figures 679 des planches représentent les anciennes et les nouvelles portes de l'écluse de chasse à Dieppe, et les portes tournantes actuelles de celle de la Floride, au Havre. Figures 679 des planches.

Pour donner un aperçu des dépenses des retenues et écluses, relativement aux résultats qu'elles sont susceptibles de produire, on rapportera :

| | | |
|---|---|---|
| 1° Que l'écluse de chasse du Havre a coûté. . . . . . . . . . . . . . | | 1,873,689 fr. |
| Que le mur d'enceinte, de 900 mètres de longueur, qui isole la retenue de la rivière de la Seine est de. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | | 4,273,200 |
| Total. . . . . . . . . . . . . . . . | | 6,146,889 |
| Dont l'intérêt à 5 pour 100 est de. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | | 307,344 |
| auxquels il faut ajouter pour réparations, renouvellements et manœuvres des portes, au moins $\frac{1}{200}$ du capital primitif, ci . . . . . . . . . . . . | | 35,280 |
| Total. . . . . . . . . . . . . . . | | 342,624 |
| pour une chasse de 114,000 mètres cubes pendant la première heure de basse mer. | | |
| 2° Que le montant du devis de construction de la retenue et de l'écluse de Dieppe *avait été évalué en* 1775, par feu M. Décessart, à la somme de . | | 677,250 |
| qu'il faudrait au moins tripler aujourd'hui; et que cette évaluation correspond à un volume de 400,500 mètres cubes d'eau dans la première heure. | | |
| 3° Que les travaux de la nouvelle retenue et de la nouvelle écluse de chasse de Dunkerque, exécutés de 1820 à 1830, ont coûté près de. . . . . . . . | | 3,474,176 |
| Dont l'intérêt à 5 pour 100 est de. . . . . . . . . . . . . | 173,708 | |
| Auxquels il faut joindre une dépense annuelle d'au moins. . | 20,000 | |
| Total. . . . . . . . . . . . . . | 193,708 | 193,708 |
| pour un volume de 700,000 mètres cubes d'eau s'échappant à la première heure des chasses. | | |

Enfin, les travaux d'amélioration et d'agrandissement des retenues des chasses de La Rochelle sont *évalués* à trois millions pour porter de 180,000 mètres cubes à un million environ de mètres cubes le volume d'eau lancé à la *première heure*.

En rapprochant ces chiffres de ceux du prix de revient d'un mètre cube de matières enlevées par les machines à curer, on reconnaîtra que, dans beaucoup de cas, il pourra être préférable de recourir à ces dernières, plutôt qu'aux retenues et écluses de chasses, et particulièrement pour les alluvions sablonneuses et vaseuses.

---

## RÉSUMÉ DE LA TRENTE-NEUVIÈME LEÇON.

OUVRAGES HYDRAULIQUES POUR LA CONSTRUCTION, LA VISITE ET LES RÉPARATIONS DES NAVIRES DE COMMERCE ET DE GUERRE. — GRILS, CALES ET QUAIS DE CARÉNAGE. — CALES DE CONSTRUCTION, ET DE HALAGE A TERRE POUR RADOUBS ET DÉPOT DES BATIMENTS. — FORMES SÈCHES DE VISITE ET DE RADOUB.

La construction, la visite et les réparations des navires de commerce et de guerre peuvent s'opérer de l'une des manières suivantes :

1° A flot ;

2° Sur des sentiers alternativement couverts et découverts par les marées, comme les grils de carénage ;

3° Sur des chantiers constamment hors de l'eau, comme les cales de construction ;

4° Dans des enceintes qui sont à volonté asséchées ou remplies d'eau, comme les formes sèches ou bassins de radoub.

PREMIÈRE DISPOSITION. — *Travaux à flot.*

Il a été proposé de construire les navires sur de grands radeaux tenus à flot à l'aide de caisses vides, dont le remplissage ferait immerger les radeaux et laisserait les bâtiments à flot. Le caisson construit par le célèbre Grognard, en 1774, pour la première forme sèche du port militaire de

Toulon, est l'exemple le plus remarquable de ce genre de dispositions. Il avait 91$^{m}$,77 de longueur sur 30$^{m}$,86 de largeur en bas, et de dehors en dehors, sur 11$^{m}$,04 de hauteur.

Les figures 680 des planches indiquent en perspective le radeau et le caisson qu'on y élevait, et les coupes en long et en travers du caisson entièrement élevé. Figures 680 des planches.

On croit devoir insérer ici quelques extraits des anciens mémoires écrits sur ce grand travail.

Le radeau qui devait supporter hors de l'eau le poids du caisson évalué à 2,200 tonneaux marins de 1,000 kilogrammes, présentait une surface de 101$^{m}$,95 de longueur, 37 mètres de largeur, et était formé d'un premier plan inférieur de mâtures jointives latéralement et bout à bout, au nombre de 258, ayant des longueurs variables de 19$^{m}$,50 à 26$^{m}$,25, et des diamètres variables de 0$^{m}$,54 à 0$^{m}$,81. Sur ce plan étaient établis transversalement vingt-trois rangs de *doubles* filières en sapin. Des taquets séparaient dans chaque rang les filières supérieures des filières inférieures. Ces pièces de 0$^{m}$,65 d'équarrissage étaient réunies par des *gardes* ou bouts de planches clouées extérieurement. Les rangs de filières étaient liés aux mâtures du premier plan par 524 *roustures* bien serrées, en cordage de deuxième brin, de 0$^{m}$,088 de circonférence, dont la longueur totale développée était de 16,892 mètres.

Les vingt-deux intervalles des rangs de filières avaient 1$^{m}$,50 de haut, et avaient été remplis chacun de trois rangs de futailles vides, dites pièces de 4 (d'un mètre cube environ de capacité), à raison de vingt-six par rang. Les têtes des futailles, dans chaque intervalle des filières, étaient couronnées de traverses en bois également liées par 1,952 *roustures* de cordage de qualité inférieure, de 0$^{m}$,088 à 0$^{m}$,102 de circonférence, formant un développement total de 31,054 mètres, et un poids de 16,579 kilogrammes.

Toutes ces futailles furent hermétiquement fermées par des bouchons de liége recouverts de toile. Sur le deuxième rang de filières fut posé un plancher en sapin du nord de 0$^{m}$,108 d'épaisseur, qui présentait des panneaux amovibles au-dessus des *bondes* des futailles.

C'est sur ce radeau ainsi préparé qu'on établit, comme on le ferait sur terre, les *thins* ou chantiers formés de bouts de bois superposés, à la hauteur et à la distance nécessaires pour construire, border et calfater le fond et les zônes inférieures des parois montantes du caisson. Quand ces parois furent élevées jusqu'à 3$^{m}$,90 de hauteur, et bordées jusqu'à 1$^{m}$,95;

on enleva tous les panneaux amovibles du plancher supérieur du radeau, et l'on pratiqua d'un chantier à l'autre, suivant la largeur du radeau, des *parquets* dont la largeur était la même que celle des filières sur lesquelles elles étaient établies, et l'on y arrima 712,289 kilogrammes en saumons de fonte de fer ou vieux boulets, etc. En outre, tout autour du radeau, dans l'excédant de sa largeur relativement à celle du caisson, on forma 52 autres parquets de $3^m,90$ de longueur sur $0^m,98$ de largeur, et $1^m,157$ de hauteur, pour recevoir une autre charge de 542,829 kilogrammes. Ces charges avaient pour objet de remplacer le poids des ouvriers, et de faire enfoncer le radeau jusqu'à ce que le fond du caisson portât sur l'eau.

Avant de déboucher toutes les futailles pour détacher le radeau du caisson et le faire couler, on avait dû prendre des précautions pour le retenir entre deux eaux, et l'empêcher de descendre chargé au fond de la mer, où il aurait pu rencontrer des inégalités qui l'eussent gravement endommagé.

A cet effet, on disposa en dehors, sur chacun des côtés du radeau, trois pontons de *carène* munis de cabestans, deux aux extrémités et l'un au milieu; entre chaque angle de pontons était une gabare avec cabestan, qui se présentait comme les pontons debout au radeau. En arrière des pontons étaient des chalands qui, remplis d'eau, devaient balancer l'effet que les pontons avaient à faire pour soulever le radeau. Tous ces pontons, gabares et *cabestans*, étaient liés entre eux par de fortes traversines, et étaient amarrés solidement à terre. On fit passer sous le radeau 14 bouts de câble de $0^m,406$ à $0^m,433$ de tour, répartis à raison de 4 à chaque ponton, et 1 à chaque gabare; le bout libre se dirigeait vers les cabestans des pontons et gabares.

Les futailles furent d'abord remplies symétriquement et en partant du centre, parce que le caisson était plus chargé vers les rives qu'au centre, et afin qu'il s'enfonçât régulièrement. Mais on s'aperçut que le fond du caisson s'arquait, et alors on fit déboucher toutes les futailles à la fois.

Quand le radeau fut complétement détaché, et que le caisson eut été élevé, etc., on vira aux cabestans des pontons et des gabares pour soulever le radeau uniformément, jusqu'à ce qu'il fût revenu à la surface de l'eau. Cette opération ne fut pas aussi heureuse que celle de l'immersion. Les cables qui passaient sous le radeau ne tiraient pas horizontalement. Ils étaient déterminés au contraire par leurs positions et leurs propres poids à décrire une portion de cercle. Les rives du radeau, qui seules recevaient

tout l'effort des cabestans, s'élevèrent et se rapprochèrent tellement, que la partie centrale du radeau, qui prit la forme analogue à celle d'un berceau de cordages, était encore submergée de plus de 3 mètres à $4^{m}.90$, alors que les côtés émergeaient. C'est dans cette situation qu'on enleva une partie des poids dont le radeau était chargé, et qu'on parvint à le faire émerger sur toute son étendue, en vidant les futailles qu'il portait.

L'on n'avait employé au radeau que des mâtures brutes et des futailles dont le port de Toulon était alors amplement approvisionné, et qui n'avaient eu à subir aucune entaille et aucun clouage; les liaisons en cordages étaient susceptibles de resservir. La composition et la décomposition du radeau n'avait donc guère exigé que la dépense de main-d'œuvre.

Après avoir fait flotter le caisson, on avait élevé ses bords jusqu'à leur hauteur définitive, en ayant eu soin de placer au fond et vers le milieu la quantité de lest nécessaire pour prévenir l'*arc* qu'aurait occasionné dans les deux sens de la longueur et de la largeur, le poids de la membrure des parois montantes de rive.

Ce grand travail, entrepris le 1er avril 1774, fut terminé le 11 août suivant, en ce qui concernait le travail du caisson sur le radeau.

Les détails dans lesquels on vient d'entrer font pressentir les obstacles qu'on éprouverait à renouveler pareille opération dans les *ports à marées* et ailleurs que dans l'enceinte d'une darse ou d'un bassin de flot. Même dans une pareille enceinte, il serait difficile d'élever sur sa quille *unique* la coque, à surface curviligne d'enveloppe, d'un navire de guerre et même de commerce, et de l'accorer ensuite sur les deux rives du radeau d'une manière stable et qui assurât la précision du travail.

On fait remarquer d'ailleurs que pour chaque bâtiment il y aurait à composer et décomposer le radeau, et qu'il en résulterait des frais considérables de main-d'œuvre, en admettant même que tout le matériel du radeau pût servir plusieurs fois.

L'emploi de radeaux pour la *visite et la réparation des navires* serait un problème encore plus compliqué, dont la solution ne serait qu'un objet d'études spéculatives, mais sans applications pratiques.

Les visites et réparations de navires qui n'ont pour objet : que les parties extérieures et *superficielles* des zônes immergées ou *œuvres vives* : le remplacement de quelques pièces du bordé; le calfatage des joints; l'application et le renouvellement du doublage métallique, s'opèrent à flot par l'*abattage en carène*. Abattage en carène à l'aide de pontons.

Cet abattage se fait d'ailleurs soit à l'aide d'un ponton amovible armé de *bigues* et de cabestans, soit à l'aide d'une cale ou quai d'abattage.

Figures 680 *bis* des planches.

Dans le premier cas, le ponton, convenablement lesté, se place latéralement au navire, à qui l'on a conservé ses bas mâts; à la tête de ceux-ci se fixent des *caliornes* (moufles à plusieurs rouets), qui correspondent à d'autres caliornes tenues sur le ponton; et les cordages libres vont s'enrouler sur les cabestans des pontons. Cette manœuvre fait tourner le navire sur lui-même, jusqu'à ce qu'un de ses flancs soit presque couché sur l'eau, et que la quille soit immergée. Des raz d'eau viennent se placer à côté du navire; les ouvriers s'y tiennent, et y déposent les matériaux à mettre en œuvre. Le navire est ensuite redressé et couché sur le flanc qui était tout à l'heure émergé.

Abattage en carénage à l'aide de cales ou quais.

Dans le second cas, le ponton est remplacé par un quai en charpente et en maçonnerie, sur lequel sont des points fixes pour la tenue des caliornes fixes et des cabestans ou autres appareils de traction.

Figures 681 des planches.

Les figures 681 des planches représentent la cale d'abattage récemment établie au fond du bassin de flot du port de commerce de Cherbourg. Elle consiste dans un plan incliné dont le seuil inférieur et la pente ont été disposés de manière que, d'après le niveau *habituel* des eaux dans le bassin, les bâtiments de grandeur ordinaire étant entièrement couchés sur l'un de leurs flancs, leurs bas mâts et vergues ne portent pas sur le plan incliné.

Aux ports militaires de Flessingue, d'Anvers et de Cherbourg, où la cale ou plutôt le quai d'abattage devait servir à des bâtiments de guerre de premier rang, ces ouvrages ont été exécutés comme il est indiqué figures 682 des planches.

Figures 682 des planches.

Dans les premiers de ces ports, les terre-pleins des quais ordinaires des bassins de flot ont été abaissés à peu près au niveau des hautes mers de vives eaux ordinaires, ou jusqu'à $0^m,70$ à $0^m,80$ au-dessus du niveau des hautes mers de morte eau, et sur une longueur de 34 à 40 mètres, et une largeur de 5 à 6 mètres. On y remarque le mode de tenue des points d'attache des caliornes fixes correspondant à la position des principaux mâts de vaisseaux.

Au bassin de flot du port militaire de Cherbourg on a pratiqué une espèce d'encuvement de 36 mètres de longueur et de $2^m,30$ de largeur, dont le fond correspond au niveau des hautes mers de vive eau. C'est dans le radier de cette fosse que sont les boucles d'attache des caliornes d'abattage.

Des quais d'abattage analogues sont projetés au nouveau bassin de flot de Saint-Malo à Saint-Servan.

La résistance que les points fixes pour l'abattage ont à opposer ici est en sens inverse de la gravité; mais elle agit au bout d'un bras de levier très-long. Si ces points sont pris dans une plate-forme en maçonnerie, ils y pénètrent à une profondeur telle qu'à l'aide des liaisons des matériaux, ils saisissent une masse au moins triple de celle que l'équilibre exige.

Si la plate-forme est un grillage en bois, ce grillage doit être solidaire avec le pilotis au-dessous; et la résistance, que ne fournira pas l'adhérence au terrain des pieux du pilotis, devra être remplacée par une charge permanente ou amovible sur la plate-forme.

Les pontons ont l'avantage spécial de pouvoir fonctionner, quelles que soient les dénivellations des marées, et sur un point quelconque d'une enceinte où il y a assez de profondeur d'eau pour que ces pontons et les navires à abattre ne risquent pas d'échouer pendant la manœuvre.

Les cales et quais d'abattage ne sont applicables que dans les ports sans marées notables, ou dans les bassins de flot des ports à marées, et *localisent* trop, pour ainsi dire, les opérations à faire.

On alléguait en faveur de l'abattage en carène en général, que les joints du bordé extérieur sur les flancs émergés des navires s'ouvraient et laissaient ainsi pénétrer plus profondément l'étoupe des calfats qui se trouvait serrée lorsque le bâtiment se redressait. Mais, par la même cause, les joints déjà calfatés se rouvrent lorsque le bâtiment est abattu sur le flanc opposé; d'ailleurs, le doublage métallique dans ces mouvements alternatifs se fatigue et est sujet à se déchirer.

DEUXIÈME DISPOSITION. — *Travaux sur des chantiers alternativement couverts et découverts par les eaux.*

Cette seconde disposition n'est applicable qu'aux ports à marées

Dans les ports tels que Granville et Saint-Malo, où les dénivellations des marées sont très-considérables, et diffèrent beaucoup d'une *morte eau à une vive eau ordinaire*, *et d'une vive eau ordinaire à une vive eau d'équinoxe*, la mise en chantier, la construction, les grands radoubs et refontes de navires peuvent avoir lieu sur des plages qui restent asséchées pendant quinze jours ou même pendant six mois. Les navires n'y sont immergés que

Plateaux et bassins de carénage.

pendant quelques heures de haute mer; et seulement dans la partie inférieure de leurs œuvres vives. Le travail des ouvriers n'éprouve non plus que des interruptions de courte durée.

Dans les ports où les dénivellations des marées sont moindres, on renonce à cette disposition pour la construction des navires neufs. Mais malgré ses inconvénients, on l'emploie pour les réparations. Ainsi, dans une haute mer de vive eau ordinaire ou d'équinoxe, suivant l'importance et la durée probable du travail, on conduit les bâtiments sur une plage ou sur des thins ou chantiers amovibles de 80 centimètres et 1 mètre de hauteur, lesquels ne couvrent en morte eau que d'une médiocre hauteur d'eau, telle enfin que le navire ne puisse pas flotter.

Enfin, si les circonstances de marées et l'urgence des réparations empêchent qu'on ne soit dans des conditions aussi favorables, on est forcé de laisser l'eau entrer dans l'intérieur du navire, ou d'en fermer tous les sabords et ouvertures, et de le charger alors d'une quantité suffisante de lest pour qu'il ne flotte pas.

La plupart des rives des avant-ports et ports d'échouage de l'Océan présentent des plages et enceintes dans lesquelles la mer est peu agitée, dont le fond est découvert pendant plusieurs heures à basse mer, et qui servent ainsi de plateaux de *carénage*. Le sol s'y relève depuis le bas, qui est d'ordinaire au niveau des basses mer de vives eaux, jusque vers les zônes les plus reculées, suivant une pente qui dépend des cotes de dénivellation des marées, de manière à ce qu'il y ait divers étages pour l'échouage, et pour les thins de réparation, et qu'on soit dispensé de donner à ces derniers une trop grande hauteur. Cette pente assure d'ailleurs le prompt écoulement des eaux au jusant.

Les plateaux ou bassins de carénage sont entourés de quais sur ceux de leurs côtés qui ne communiquent pas avec les avant-ports; ces quais, qui forment des terre-pleins de travail, ne diffèrent d'ailleurs en rien des autres quais des ports.

Les dimensions des bassins de carénage en longueur et en largeur sont réglées d'après celles des navires les plus grands que le port puisse admettre, et mieux encore sur des dimensions multiples des bâtiments du tonnage le plus ordinaire. On a soin de ménager un passage commun de sortie qui soit toujours disponible, et des intervalles de 3 à 5 mètres de largeur entre les façons au *maître-bau* de deux navires contigus, pour la

manœuvre des accorages latéraux, et pour la circulation des ouvriers.

Sur un sol graveleux ou en sable ferme, il n'y aura aucun travail préalable de consolidation à faire pour l'échouage direct des navires ou pour la pose des thins. Mais si le fond est vaseux, le radier général du bassin de carénage sera un grillage composé d'un ou plusieurs plans de bois croisés, et même un grillage à pilotis serré dans de la vase très-molle.

Une plate-forme en maçonnerie hydraulique et en béton devra d'ailleurs être substituée aux grillages en bois dans les ports infestés par les vers marins. Elle présentera des sillons équidistants de $1^m,50$ dans le sens transversal à la longueur des navires dans lesquels s'engageront les thins du chantier d'échouage.

Comme un affaissement dans les thins ou accorages aurait des conséquences graves pour la déformation des navires, il est prudent de soumettre, avant leur mise en service, les radiers des bassins de carénage, quel que soit leur mode d'exécution, à des charges d'épreuve au moins triples du poids total des navires que le bassin pourra recevoir simultanément.

A défaut de plateaux ou de bassins de carénage, et pour en tenir lieu dans les ports dont le fond ne découvre presque jamais, on établit sur piliers en pierres ou palées en bois au niveau nécessaire pour l'échouage, des plates-formes isolées, dites gris de *radoub*, au besoin amovibles, telles que celles indiquées figures 683 des planches. Ces plates-formes dont la superficie est celle qu'exige l'échouage des plus grands navires dans chaque localité, sont d'une grande utilité pour remiser en peu de temps des bâtiments qui menacent de couler bas. On les dispose dans les angles et zônes des avant-ports qui ne servent pas au stationnement habituel des bâtiments à flot. Grils isolés de carénage et de radoub. Figures 683 des planches.

L'emploi d'accorages verticaux et inclinés contre les flancs des navires échoués sur les plateaux ou grils de carénage, étant une cause de perte de temps et d'embarras, on avait cherché à y obvier, en limitant par des murs de rive avec terre-pleins, continus ou discontinus, l'espace où le navire doit échouer. Ses flancs étaient étrésillonnés *horizontalement* de tribord à babord, de la même manière que dans les formes sèches de radoub dont il sera question plus bas, et dont on avait donné fort improprement le nom à ce genre d'établissements représenté figures 684 des planches. Figures 684 des planches.
Mais il y en a eu peu d'exemples ; car ce changement, qui entraînait une dépense première considérable, faisait perdre beaucoup d'espace, gênait les

mouvements des navires, et rendait très-pénibles les mouvements des matériaux dans les grands radoubs.

L'inconvénient commun aux plateaux, bassins et grils de carénage est d'exposer les bois, au moins dans les parties inférieures ou œuvres vives de la coque des navires, à des alternatives périodiques d'humidité et de sécheresse, de chaleur ou de froid, et de rendre le travail intermittent dès lors plus long et plus coûteux.

TROISIÈME DISPOSITION. — *Travaux sur des chantiers constamment hors de l'eau.*

Cales de construction.

Les cales sont des surfaces plus ou moins inclinées; dont la partie supérieure, à peu près insubmersible, est la *cale proprement dite*, et reçoit les chantiers ou thins pour la construction des navires; et dont la partie inférieure nommée AVANT-CALE, submersible dans les ports à marées, constamment immergée dans les ports sans marées, est le chemin par lequel les navires construits se rendent à la mer. — La dénomination de cale vient du mot italien *calare*, descendre.

Les cales conviennent également aux ports à marées et sans marées; seulement leur établissement et leur entretien sont plus difficiles et plus coûteux dans ces derniers. Avant de parler de leur exécution, on dira quelques mots des opérations qui s'y font.

Opération de la mise à l'eau.

La mise à l'eau des grands bâtiments de guerre est une des opérations les plus hardies et les plus belles que le génie de l'homme ait osé entreprendre. On trouvera dans l'*Encyclopédie méthodique*, partie *Marine*, et dans les ouvrages spéciaux à ce service, beaucoup de détails sur les anciens procédés. Voici ceux qui sont en usage.

La coque du bâtiment est construite sur une suite de *thins* ou *chantiers* de 1 mètre à 1 mètre 30 centimètres de hauteur en blocs de bois superposés. Ces thins sont espacés de $1^{m},50$ à 2 mètres dans l'axe longitudinal de la cale.

L'*arrière* ou la *poupe* ou *étrave*, qui tire le plus d'eau quand le bâtiment est à flot, est ordinairement dans la partie inférieure de la cale; et l'*avant*, la *proue* ou *étambot* est dans la partie supérieure. Cette disposition tend à prévenir les accidents dans la mise à l'eau au moment du passage du navire de la position inclinée qu'il a sur l'avant-cale, à celle qu'il prend étant entièrement à flot.

La coque du bâtiment est portée pendant sa construction par

sa quille assise sur les thins ou chantiers, et par plusieurs rangées d'accorages verticaux et obliques qu'on dresse sur les deux rives de la calé au fur et à mesure de l'avancement du travail. Ces rangées sont à peu près concentriques à la forme extérieure des flancs tribord et bâbord du bâtiment.

Pour la mise à l'eau, il faut substituer à ces supports fixes tenant au sol, un système de supports *amovibles* qui puisse se mettre en mouvement à un *moment déterminé*, emporter avec lui le navire jusqu'à la mer, et là s'en détacher complétement par le coulage sous l'eau.

Appareil dit à béquilles pour les bâtiments de deuxième ordre.

L'appareil le plus simple, celui dit *à béquilles*, représenté figures 685 des planches, est usité pour les bâtiments ordinaires de commerce et les navires de guerre de deuxième ordre.

Figures 685 des planches.

Le bâtiment ne porte sur la cale, au moment de sa mise à l'eau, que par la pièce longitudinale dite *fausse quille* placée au-dessous de la quille. Les béquilles latérales des deux rives, dont la semelle touche les coulisses fixes de la cale, ont pour objet principal de soutenir le bâtiment si dans son trajet il penchait de l'un des côtés.

Deux systèmes principaux sont employés pour les bâtiments de guerre de premier rang; ils sont dénommés *à couettes mobiles* ou *à couettes mortes*. Leur différence capitale consiste en ce que, dans le premier, la plateforme mobile qui porte le navire est en contact avec la cale par les deux rives sur lesquelles elle glisse pendant la mise à l'eau; tandis que dans le second procédé, le contact existe sous la fausse quille comme dans le lancement sur béquilles mentionné ci-dessus.

Figures 686 des planches.

Les figures 686 des planches représentent l'appareil à couettes mobiles, aujourd'hui le plus fréquemment employé, et introduit au port de Toulon par M. Barallier, Ingénieur des constructions navales.

Appareil dit à couettes mobiles pour les bâtiments de premier rang.

Cet appareil se compose de deux grandes pièces longitudinales dites aiguilles ou *couettes*, qui sont étendues chacune sur une des rives de la cale parallèlement à la quille. Des traverses en grand nombre, intercalées entre les couettes, préviennent à la fois leur écartement et leur rapprochement. Sur chaque couette s'élève un bâtis de montants verticaux en bois dits *colombiers*, bien liés entre eux. Ce bâtis est fixé par le haut à l'aide de taquets aux façons du navire, et engagé par le bas dans des soles ou semelles séparées du dessus des couettes mobiles par des doubles coins, à l'aide desquels on serre le *berceau* contre le navire, et l'on soulève en même temps ce dernier de dessus les thins ou chantiers de la quille.

De forts cordages, dits *saisines*, passés à l'extrémité amont de la coque,

forment la dernière retenue au moment du départ du navire, et sont coupés à coups de hache. De grands leviers sont disposés d'ailleurs sur les deux rives du bâtiment pour lui donner une forte impulsion et vaincre l'inertie de sa masse.

Un fort et long câble, amarré également par un bout à l'extrémité du navire, est tenu à l'autre bout à des canons ou à des *bittes en bois*, solidement implantés. Le câble se déroule pendant le trajet du bâtiment; mais comme il a pour objet d'arrêter ce dernier quand il sera à flot, ce câble est retenu aux points fixes ci-dessus par de petites *bosses* en cordages, dont la rupture successive amortit, sur les canons ou bittes et sur le câble lui-même, la réaction du navire arrêté dans sa marche.

La plate-forme mobile, ainsi faite en berceau, est d'ailleurs chargée de saumons en fonte qui sont destinés à la faire couler quand le bâtiment sera à flot. Pour que le relèvement ultérieur du berceau soit facile, des bouées sont liées par des cordes aux deux extrémités de chacune des couettes mobiles.

Cet appareil bien simple a remplacé le berceau en cordages ou à *roustures*, dans lequel une masse énorme de cordages était employée à relier de tribord à bâbord, et dans le sens longitudinal, les bâtis verticaux en bois des *colombiers*, et à supporter à la fois la quille du bâtiment.

Avant de faire fonctionner le berceau, on enlève simultanément et symétriquement les rangées concentriques d'accorages extérieurs sur les deux flancs du bâtiment, en commençant par les rangées extérieures; et dans chacune, par un accore sur deux. Puis, le navire ayant été soulevé à l'aide de coins sous les semelles des colombiers, on enlève les blocs de bois devenus libres dans les thins ou chantiers; et il ne reste plus qu'à dégager les derniers arrêts qui retiennent le système, et à en déterminer la mise en mouvement.

M. Leroux (Paul), Ingénieur des constructions navales, a imaginé pour la mise à l'eau du vaisseau *le Suffren*, un appareil parfaitement combiné pour prévenir la déformation des coques, et assurer le départ au moment de la mise à l'eau.

Appareil dit à couettes mortes.

L'appareil dit *à couettes mortes* est généralement préféré à raison de sa simplicité, pour les vaisseaux du deuxième rang et les frégates. Il repose sur le même principe que l'appareil à béquilles, mais est consolidé en raison de l'augmentation de volume et de poids des bâtiments. Les fig. 687 des pl. indiquent une des nombreuses variétés suivies dans la pratique.

Figures 687 des planches.

On voit que sur les deux rives du navire on élève deux massifs fixes longitudinaux en bois, bien accorés dans tous les sens, qui portent les aiguilles ou couettes mortes.

Des ventrières longitudinales de 10 à 11 mètres de long, taillées en forme de *coulisses*, de manière à ce que les aiguilles ou couettes mortes y soient comme emboîtées sans *cependant les presser*, sont appliquées contre les deux flancs du navire. L'une de leurs faces longitudinales se colle aux façons du navire, et l'autre est parallèle à la direction des aiguilles ou couettes mortes. Les ventrières sont retenues contre la coque par des cordages qui s'élèvent jusqu'au haut de ses deux extrémités avant et arrière.

Deux grandes *béquilles* amovibles sur chaque rive restent après l'enlèvement des accores, et ont pour objet d'empêcher le navire de s'appuyer avant son mouvement sur les couettes mortes.

Comme dans le premier appareil, le départ a lieu au moment où l'on coupe les cordages de retenue, et où l'on produit une forte impulsion soit par des leviers, soit par des cabestans de *chasse* qui agissent sur l'étambot.

Dans l'un et l'autre appareil, les parties apparentes de la cale et de l'avant-cale sur lesquelles le glissement doit s'effectuer, les faces du navire qui sont en contact avec ces parties, sont bien *suifées* à chaud peu de temps avant la mise à l'eau. Il en est de même des ventrières et des couettes mortes dans le deuxième mode de lancement.

La mise à l'eau dans les ports à marées est consommée avant les derniers temps de la marée montante, afin que s'il y avait quelque arrêt ou échouage, la mer elle-même vînt au secours.

Disposition des cales de construction.

En parcourant dans les planches les plans des ports militaires étrangers et français, on reconnaît que les directions *longitudinales* des cales de construction y sont très-diverses, relativement aux rives insubmersibles et au sens des courants.

Les axes de quelques-unes leur sont perpendiculaires; d'autres sont inclinés tantôt vers l'amont, tantôt vers l'aval. Il en est même qui sont parallèles à l'alignement des quais et au sens des courants, telles que la cale couverte du port de Brest, située sur la rive droite du chenal, dite de Recouvrance, et une deuxième cale découverte qui lui est adossée. Cette disposition y tient à un changement d'alignements des quais. D'ailleurs, dans un port encaissé par une vallée étroite comme l'est Brest, il eût

été difficile de diriger les cales normalement aux rives et aux courants, sans intercepter les communications littorales ou sans rétrécir le chenal par des avant-cales formant alors de véritables écueils submersibles. Enfin le peu de largeur du chenal exposait les navires mis à l'eau à aller heurter la rive opposée.

Il est indispensable que, dans la direction d'une cale, *et à partir du seuil inférieur de l'avant-cale,* un bâtiment lancé trouve, pour amortir sa vitesse acquise, une profondeur d'eau suffisante pour son tirant d'eau lége, sur une longueur totale au moins *double de la sienne*, mesurée sur le pont supérieur. Même à cause de l'enfoncement de l'arrière du bâtiment au moment de l'immersion et de la mise à flot, un vaisseau de premier rang a besoin de 8 mètres de profondeur d'eau sur les 25 premiers mètres, à partir du seuil inférieur de l'avant-cale.

A ces premières conditions, il faut joindre celle d'au moins 9 mètres de largeur transversale dans chacun des terre-pleins latéraux, ou dans le terre-plein unique de rive des cales proprement dites, pour le travail du bois de la membrure des bâtiments. A moins de grandes difficultés, cette cote devrait être même de 16 mètres pour les cales de premier rang.

Il peut être utile, dans les ports où les courants de flot et de jusant reversent aux mêmes heures que les marées, d'obliquer les cales sur la direction des courants de flot par un angle aigu de l'aval à l'amont du courant. Ce dernier aide alors le bâtiment à continuer sa route, et ne tend pas à le faire tourner et à le faire frapper contre les rives de l'avant-cale.

Enfin, un fait d'observation dont on peut tenir compte jusqu'à un certain point; c'est que les navires construits sur des cales orientées Est ou Ouest, et dont un des flancs se trouvait ainsi exposé au soleil, tandis que l'autre n'y était jamais, ont présenté des différences sensibles de poids entre leurs deux moitiés symétriques, et penchaient d'un côté immédiatement après leur mise à l'eau; circonstance qui avait exigé un arrimage spécial du lest à bord.

Lorsque plusieurs cales forment un groupe, on les dispose souvent en éventail, de manière que leurs axes divergent à partir de l'extrémité inférieure des avant-cales. Ces dernières ne requièrent point en effet de terre-pleins riverains comme les cales proprement dites.

Au reste la position et le groupement des cales dépendent d'une foule de sujétions locales. Rarement on a la possibilité, comme à Anvers, d'établir deux groupes de neuf cales chacun; d'avoir, comme à Lorient, treize

cales contiguës, et d'en distribuer quinze en trois groupes principaux, comme au chantier du Mourillon à Toulon.

Hauteurs d'eau nécessaires aux extrémités des avant-cales.

Le seuil inférieur des avant-cales doit se trouver dans une zône où il y ait au moment de la mise à l'eau une certaine hauteur d'eau, en rapport avec le tirant d'eau des navires lancés. Ces derniers éprouveraient des déliaisons graves et même des fractures, si en quittant l'avant-cale qui les soutient, leur partie antérieure descendait par son poids, pendant que la partie postérieure porterait encore sur l'avant-cale.

La théorie et l'expérience ont conduit aux cotes suivantes de hauteur d'eau à l'extrémité des avant-cales au moment du lancement et dans l'axe de la cale.

5$^{m}$,50 pour les vaisseaux à trois ponts.
4$^{m}$,50 pour ceux à deux ponts.
3$^{m}$,50 pour les frégates.
2$^{m}$,50 pour les bâtiments de guerre de 2$^{e}$ ordre et ceux du commerce du même tirant d'eau.
1$^{m}$,50 pour les petits bâtiments du commerce.

Toutefois, un fond de vase ferme, lorsqu'il se trouve, comme au port militaire de Rochefort, en aval des avant-cales, et dressé à peu près suivant la même pente, dispense de prolonger celles-ci jusqu'aux cotes d'eau ci-dessus indiquées.

L'on a lancé dans des circonstances exceptionnelles des petites frégates avec 2$^{m}$,20 de hauteur d'eau seulement à l'extrémité de l'avant-cale, et notamment en 1825, la frégate *la Néréide*, au port militaire de Lorient.

Les officiers du génie maritime de ce port avaient pris la précaution, pour diminuer le tirant d'eau, d'envelopper la partie antérieure du bâtiment d'un soufflage amovible formant flotteur, et d'un chapelet de futailles vides. Mais comme la frégate rendue à la mer eût présenté une surface énorme hors de l'eau, et eût chaviré par un coup de vent; on avait laissé ouvert le dessus du soufflage de l'arrière, de manière qu'il s'emplît d'eau au fur et à mesure que le bâtiment pénétrerait dans la mer.

On se donne pour conditions dans les *ports à marées* que la hauteur d'eau exigible se reproduise, soit aux moindres hautes mers de syzygies, c'est-à-dire tous les quinze jours, soit à de plus grands intervalles, et même seulement aux vives eaux d'équinoxe.

Toutefois, les mêmes cales devant servir à des bâtiments de toute gran-

deur; les éventualités maritimes et politiques ne pouvant se concilier avec des retards de plusieurs mois dans la disponibilité des bâtiments; enfin l'allongement d'une avant-cale étant lui-même un travail qui demande beaucoup de temps et d'argent; on ne saurait hésiter dès l'origine à donner aux avant-cales la longueur nécessaire pour qu'un bâtiment de premier ordre dans chaque localité puisse y être mis à l'eau à toutes les *vives eaux ordinaires*. On évitera ainsi l'allongement ou l'abaissement ultérieur de ces cales et avant-cales tel qu'on est forcé aujourd'hui de l'exécuter aux quatre cales couvertes établies, il y a trente ans, au sud de l'avant-port du nouvel arsenal maritime de Cherbourg.

Les cotes mentionnées ci-dessus s'appliquent à l'axe des avant-cales et correspondent *au-dessous de la quille*, pour laquelle on peut ménager une cunette ou rigole de $0^m,80$ de largeur et de 40 à 50 centimètres de profondeur en contre-bas du reste de l'avant-cale. Cette disposition a été prise aux avant-cales de Chantereyne à Cherbourg. Mais ces cunettes se comblent rapidement par les alluvions.

Formes des profils transversaux et longitudinaux des cales et avant-cales.

Il résulte de la description qui a été faite des procédés suivis par la mise à l'eau des bâtiments :

1° Que les *deux rives* de la cale et de l'avant-cale sont nécessairement au même niveau;

2° Que le profil longitudinal de ces rives et de la zône centrale doit être d'*égale courbure*, afin que dans aucun point du trajet le bâtiment ne tende à se séparer de son berceau, et que leur ensemble n'éprouve aucun changement de forme. Ce profil ne peut donc être qu'une ligne droite ou un arc de cercle.

Presque toutes les cales et avant-cales exécutées sont à profil longitudinal rectiligne, les cales à profil circulaire n'existent encore que dans quelques ports où l'on manquait d'espace dans le sens de la longueur, ou bien dans lesquels on avait dû raccorder cette cale avec une avant-cale qui étaient à des pentes différentes de $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{12}$.

Le succès qui a été obtenu il y a plusieurs années au port militaire de Lorient dans les mises à l'eau du vaisseau de 80 canons *l'Algésiras*, et de la frégate *la Néréide*, et en 1840 à Cherbourg, dans la mise à l'eau du vaisseau à trois ponts *le Friedland*, sur de pareils raccordements circulaires; permet d'en indiquer l'emploi pour des localités où il n'y aurait pas assez de longueur pour une cale à profil *rectiligne*.

En effet, l'avant-cale pour vaisseau de premier rang devant présenter à sa partie inférieure $5^m,50$ de hauteur d'eau; la pente ordinaire rectiligne

de $\frac{1}{12}$ exigerait $12 \times 5^{m},50$ ou 66 mètres de longueur d'avant-cale, tandis qu'un profil circulaire dont les deux cordes serviraient par exemple aux pentes de $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{15}$, réduirait la longueur de l'avant-cale à 55 mètres de longueur. La longueur de la cale proprement dite, dépendant de celle des bâtiments à mettre en chantier, serait du reste la même.

Les cales circulaires ont l'inconvénient de rendre plus difficile le départ du bâtiment à mettre à l'eau, d'en accélérer le mouvement au fur et à mesure qu'il chemine, ensuite de le faire plonger davantage au moment de son immersion, à la fois en raison de sa direction et de sa vitesse acquise. On fait remarquer toutefois que la résistance de l'eau, croissant avec les surfaces immergées et les quarrés de vitesse, éteint rapidement l'excédant de vitesse du navire.

Pentes des cales et avant-cales à profil longitudinal et rectiligne.

La pente ascendante des avant-cales et cales à profil longitudinal *rectiligne* dépend du rapport du frottement à la pression dans les surfaces du bois de chêne enduites de suif, et du temps *pendant lequel le contact a subsisté*. Une longue expérience a fait connaître que ce rapport était de $\frac{1}{14}$ entre la hauteur verticale et la longueur rampante pour les vaisseaux de premier rang. Mais bien que le rapport du frottement à la pression soit, théoriquement parlant, indépendant de la quotité des pressions ; la pente de $\frac{1}{14}$ serait trop faible pour des vaisseaux de second rang et des frégates de premier rang ; et il faut pour eux celle de $\frac{1}{12}$.

Cette dernière devient à son tour insuffisante pour les navires au-dessous des frégates, et doit être alors de $\frac{1}{10}$.

Enfin, la mise à l'eau de chalands et chaloupes exige de $\frac{1}{6}$ à $\frac{1}{8}$.

Ces différences tiennent probablement aux pénétrations et adhérences des surfaces indépendantes des pressions, et dont la quotité constante a d'autant plus d'influence que le frottement dû à la pression est moins fort.

En Italie, la pente des cales et avant-cales de plusieurs anciens ports était de beaucoup au-dessous de $\frac{1}{14}$ ; aussi la longueur des trajets que les bâtiments avaient à faire pour arriver à flot, exposait les navires à perdre leur vitesse acquise, et à s'arrêter au moindre obstacle ou contre-pente dans les surfaces de glissement.

Les mêmes cales et avant-cales devant servir à des vaisseaux de haut rang, à des frégates ou à de grands bateaux à vapeur, on a adopté généralement la pente de $\frac{1}{12}$, sauf à amortir l'accélération dans les bâtiments de premier rang, et à provoquer le départ de ceux d'un moindre tonnage, par quelques dispositions spéciales dans les appareils de lancement.

La pente de $\frac{1}{12}$ exige que l'avant-cale pour un vaisseau de premier rang

ait 66 mètres de longueur, afin que son sommet, qui est en même temps le bas de la cale proprement dit, ne soit jamais immergé.

Longueurs des avant-cales et cales.

Mais comme les thins ou chantiers de construction ont de de 1 mètre à 1$^m$,50 de hauteur, et peuvent être mouillés sans inconvénients pendant quelques heures tous les jours, on réduit, *dans les ports à marées*, la longueur de l'avant-cale à 55 et même à 50 mètres. Toutefois, si ces cales étaient situées en pleine côte, et qu'il y eût beaucoup de houle, on allongerait l'avant-cale de la cote correspondante au gonflement ordinaire des eaux dans les vagues.

La cale proprement dite d'un vaisseau de premier rang a de 70 à 75 mètres; en sorte que la longueur *totale* d'une avant-cale et d'une cale à profil longitudinal rectiligne, peut varier de 120 à 140 mètres pour les plus grands bâtiments de la marine militaire.

Dans les cales des ports de commerce on se restreint à une longueur totale d'environ 80 mètres pour les navires de 800 à 900 tonneaux.

Les dimensions ci-dessus augmenteraient encore si, dans le but de réduire les frottements, on se servait de berceaux à roulettes cheminant sur des voies en fer. La pente ne pourrait probablement être de plus de $\frac{1}{24}$; mais alors l'avant-cale aurait au moins 100 mètres, et la longueur totale de la cale et de l'avant-cale serait au moins de 170 mètres pour un vaisseau de 1$^{er}$ rang.

Ce qu'on a dit ci-dessus sur la pente des cales proprement dites, suppose que leur plate-forme supporte *directement* les berceaux pour la mise à l'eau, et ceux du halage à terre qui seront mentionnés plus bas. En Italie, notamment à Venise, les cales sont des plates-formes presque horizontales. La quille du bâtiment est posée suivant la même pente; tandis que les aiguilles ou couettes mobiles roulent sur des *coulisses amovibles*, échafaudées pour chaque mise à l'eau, et dressées suivant la pente ordinaire de $\frac{1}{11}$ à $\frac{1}{12}$.

On a agité la question de l'avantage qu'il y aurait à placer sur la même cale deux bâtiments à la suite l'un de l'autre, et ayant ainsi une avant-cale commune.

Mais l'économie d'une avant-cale ne saurait prévaloir sur l'inconvénient grave d'attendre, quelles que soient les exigences du commerce maritime, que le bâtiment inférieur soit parti pour mettre à l'eau le bâtiment le plus haut placé. D'ailleurs, le premier ayant à parcourir un espace à peu près d'un tiers plus long que celui du second, et pouvant ainsi acquérir une accélération de vitesse dangereuse, il arriverait, si l'appareil de lancement était le même pour les deux, que la pente convenable pour l'un serait ou trop forte ou insuffisante pour l'autre.

D'autre part l'emploi de deux appareils différents compenserait dans beaucoup de cas et au delà l'économie d'une avant-cale.

Largeur des cales et avant-cales.

La largeur superficielle de la plate-forme inclinée des cales et avant-cales, quel que soit leur profil longitudinal, ne saurait être au-dessous du tiers de la largeur moyenne au maître-bau du bâtiment le plus grand à mettre en chantier ; et elle est comprise d'ordinaire entre $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{2}$. La moindre cote de largeur des cales exécutées est de 6$^m$,50; et dans les ports de la Méditerranée, cette largeur a été portée jusqu'à 8 mètres.

Les dispositions et configurations respectives des cales et avant-cales, et des terre-pleins, présentent les cas suivants :

1° La pente ascendante des terrains peut être à peu près la même que celle des cales et avant-cales. Alors il suffit de tenir celles-ci assez en contre-haut, pour que les eaux pluviales s'éloignent d'elles;

2° La surface des cales et avant-cales peut être au-dessous des terre-pleins environnants. La coupure devra alors présenter des formes et des largeurs telles :

Que l'air puisse circuler facilement autour et à l'intérieur de la coque des navires en chantier;

Que les eaux pluviales et autres extérieures ne puissent y tomber ou soient rejetées au moins sur les bords de la coupure ;

Que les diverses lignes d'accorages latéraux se trouvent sur une emplanture solide et bien dégagée lors de la mise à l'eau ;

Enfin que le maître-couple *bordé*, du navire le plus large que la cale aura à porter, puisse cheminer parallèlement à lui-même avec 50 centimètres au moins de jeu de chaque bord, depuis le milieu de la cale proprement dite jusqu'à l'extrémité de l'avant-cale.

3° La plate-forme superficielle de la cale et de l'avant-cale peuvent être en relief sur les terre-pleins environnants, de manière que les pieds des diverses lignes d'accorages reposent sur des points inférieurs à ces plates-formes;

4° Enfin l'avant-cale peut être en tranchée, et la cale proprement dite en relief, et *vice versa*; alors l'on rentre dans les cas prévus ci-dessus.

Disposition spéciale des extrémités des avant-cales.

On a remarqué dans la plupart des avant-cales des ports mililitaires que, sur une longueur de 7 à 8 mètres en deçà de leur seuil inférieur, il y avait, après les mises à l'eau, des dégradations, et quelquefois des dépressions. Souvent aussi l'extrémité postérieure de la quille des navires eux-mêmes était épauffrée. Ces effets proviennent d'un coup de talon que la quille frappe dans les oscillations très-vives de l'immersion et de l'émersion

successives qu'éprouve un bâtiment en quittant l'avant-cale. On a conseillé en conséquence, soit de ménager dans la région précitée de l'avant-cale une fosse ou espèce de cunette de $0^m,80$ de largeur et $0^m,60$ de profondeur, évasée en entonnoir vers l'aval; soit de donner à cette partie de l'avant-cale une pente très-forte de $\frac{1}{8}$ à $\frac{1}{7}$.

Cales et avant-cales considérées comme moyens de radoub, de refonte et de conservation des bâtiments désarmés.

On n'a considéré jusqu'ici les cales et avant-cales que comme des moyens de construction et de mise à l'eau des navires; mais on les emploie également comme des moyens de radoub, de refonte et de conservation des bâtiments désarmés, en mettant ceux-ci hors de l'eau par une manœuvre inverse à celle du lancement. Cette disposition a été fréquemment prise dans les ports sans marées, parce que les bassins et grils de carénage n'y sont pas applicables.

Bélidor avait déjà parlé, dans son *Architecture hydraulique* (tome IV, page 195, planche 27), du remontage des bâtiments sur les cales. Depuis 1818, la Marine militaire, en France, et progressivement dans les ports de l'Océan comme dans ceux de la Méditerranée, a remonté sur les cales à Lorient, à Cherbourg, à Brest et à Toulon, d'abord des corvettes, puis des frégates du second et du premier rang, et enfin récemment à Toulon, le vaisseau à trois ponts le *Majestueux*. Le commerce maritime a eu recours au même système à Bordeaux et dans les ports de la Méditerranée.

Les Annales Maritimes et Coloniales de 1825, 1834 et 1835 contiennent les descriptions très-détaillées du halage sur cales, d'un vaisseau en Angleterre, de celui de la frégate *la Calypso* à Cherbourg, et des vaisseaux l'*Alger* et le *Majestueux* à Toulon.

Les premières opérations se sont faites avec des cabestans ordinaires et des cordages; la dernière avec des cabestans nouveaux dits *à la Barbotin* et avec des chaînes en fer.

Figures 688 des planches

Les figures 688 des planches représentent : l'installation faite par M. Daviel, Ingénieur des constructions navales, de l'appareil de halage de la frégate *légе la Calypso*, dont le déplacement en poids total était d'environ 1,000 tonneaux.

Figures 689 des planches.

Les figures 689, les dispositions faites par M. Lévêque, Ingénieur du même corps à Toulon, pour le halage à terre du vaisseau à trois ponts le *Majestueux*, dont le poids total, y compris l'appareil du berceau, était de 2,490 tonneaux.

On voit qu'à Cherbourg, *port à marées*, on avait établi dans l'axe de la cale et de l'avant-cale une coulisse et des aiguilles ou couettes mortes,

comme dans le système de lancement à *couettes mortes*, qu'un *harnais* de cordage enveloppait la coque du bâtiment, lequel, à l'aide de lest, avait été mis à une différence de tirant d'eau de l'avant à l'arrière telle, que la pente de la quille fût à peu près celle de l'avant-cale et de la cale. Deux ventrières ou *dragues* étaient attachées aux flancs tribord et bâbord de la frégate, et devaient au besoin s'appuyer sur les couettes. Deux fortes béquilles, placées à la partie antérieure du bâtiment, s'appuyaient sur les couettes dès que le bâtiment était engagé dans la coulisse centrale. Au sommet de la cale, et soutenus par elle, se trouvaient de forts bittes (poteaux d'amarrage), bien serrés et retenus par des ancrages en arrière. Ces bittes fournissaient les points fixes nécessaires au jeu des grosses caliornes (moufles à plusieurs rouets), dont les cordages venaient s'enrouler sur douze cabestans rangés en deux lignes transversales, sur le terre-plein en arrière du sommet de la cale. Les cabestans qui étaient également retenus par des ancrages portaient les uns 20 barres, les autres 12; et à raison de 4 hommes par barre, exigeaient 928 hommes.

Le halage à terre d'une frégate de 1,000 tonneaux de déplacement sur une cale à la pente de $\frac{1}{12}$, exige environ 2 heures $\frac{1}{2}$, ce qui, pour une longueur de 90 mètres, correspond à une vitesse de $0^{m},60$ par minute.

A Toulon, port sans marées, on emploie pour le halage sur les cales un berceau sur couettes mobiles analogue à celui du lancement, c'est-à-dire composé de deux couettes ou aiguilles à chaque rive, sur lesquelles s'élèvent les montants verticaux des *colombiers*.

Ces derniers aboutissent par le haut à des ventrières taillées suivant les façons du navire, d'après des plans et des *équerrages* (angles) relevés à l'intérieur de la coque. Le berceau établi sur une cale ou construit dans une forme sèche est mis à l'eau; on le fait couler au fond avec des saumons en fonte de fer, qu'on a soin d'attacher deux à deux à l'extrémité des cordages, afin de les retirer quand le bâtiment est échoué sur le berceau. Le bâtiment est conduit au-dessus du berceau coulé, à l'aide de repères indicatifs aux extrémités et sur les côtés. A ce moment, au moyen de cordages et de palans (poulies avec rouets), fixés à l'avance sur les couettes, et qui aboutissent dans l'intérieur du bâtiment en passant par les sabords; on soulève uniformément le berceau dont on a retiré les saumons en fonte, jusqu'à ce que les ventrières du berceau serrent intimement les flancs du bâtiment; puis l'on amarre les cordages bien roides, afin de consolider la jonction.

Le bâtiment ainsi porté par le berceau vient se présenter à l'extrémité des avant-cales, et bien exactement dans leur alignement; les couettes mobiles s'engagent dans les coulisses des deux rives de l'avant-cale; et la traction s'opère, comme il a été dit, par des caliornes et des cabestans.

Le remontage du vaisseau de 74 *l'Alger*, qui pesait 1,500 tonneaux avec sa toiture amovible et son berceau, a été fait à Toulon en août 1833. Il a employé 1,200 forçats agissant sur 16 cabestans.

Le bâtiment a mis 2 heures 50 minutes à parcourir 67 mètres sur une avant-cale et une cale à la pente de $\frac{1}{12}$, ce qui correspond à une vitesse de 0$^m$,40 par minute. L'élasticité des cordages faisait avancer le bâtiment par saccades de 0$^m$,33 de longueur, suivies de 22 minutes de repos. La durée totale des travaux de halage, depuis le moment où le vaisseau était arrivé à la tête de l'avant-cale, a été de 17 heures $\frac{1}{2}$; dont 5 spécialement pour frapper les caliornes et haler le bâtiment, et 12 heures $\frac{1}{2}$ pour reprendre les caliornes et pour les autres manœuvres. Les dépenses du premier établissement des apparaux en cabestans, caliornes et cordages a été de 35,000 francs; et l'on supposait qu'ils pourraient servir à plus de six halages successifs.

Le halage à terre récent du vaisseau à trois ponts *le Majestueux* n'a exigé, par suite de l'emploi qui y a été fait de cabestans spéciaux, de câbles chaînes, et d'autres dispositions accessoires, que 608 hommes agissant sur 14 cabestans. Le chemin total à parcourir était de 115 mètres de longueur sur 9$^m$,77 de hauteur verticale.

| | | |
|---|---|---|
| Le vaisseau a franchi les premiers 53 mèt. pendant lesquels il était encore en partie immergé en. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | | 52' |
| les derniers 63 mètres en. . . . . . . | 1h. | 45' |
| Total pour 115 mètres de trajet. . . | 2h. | 30' |

Ce qui correspond à une vitesse de 0$^m$,60 par seconde.

Dans les ports qui possèdent des formes sèches de visite et de radoub, on préfère y construire le berceau et y faire la liaison du berceau et du navire, que de couler le premier ainsi qu'il a été dit.

L'effort de traction à faire se rapporte à deux sortes de résistances: 1° au frottement dû à la portion du bâtiment qui presse normalement sur l'avant-cale et la cale; 2° à la composante de ce poids parallèle à la pente qu'il faut mouvoir sur le plan incliné.

On avait supposé qu'il y aurait avantage pour diminuer ce deuxième

élément de résistance, d'adoucir la pente des cales pour le remontage. Mais M. Reech, Ingénieur des constructions navales et directeur des Études de l'École d'Application de ce corps, a prouvé :

1° Que la quantité de force vive à dépenser pour mouvoir un corps sur un plan incliné était la même que celle qui élèverait le corps d'abord verticalement de toute la hauteur du plan incliné, puis le transporterait horizontalement sur toute la longueur de la base du plan ;

2° Qu'en tenant compte non-seulement de l'effort à exercer à chaque instant, mais encore de la longueur du trajet à parcourir (et qui est d'autant plus grande pour la même hauteur verticale que la pente est plus douce) mais aussi de l'intérêt du capital engagé dans la construction d'avant-cales de diverses longueurs ; l'avantage de la moindre quantité d'action et de la moindre dépense n'appartenait pas aux cales et avant-cales, d'une pente moindre que celle de $\frac{1}{12}$.

Sous le rapport de la *fatigue* qu'éprouverait le navire à remonter, le rapport serait inverse. Car au début de l'opération, le bâtiment appuie sur l'avant-cale par son extrémité antérieure jusqu'à ce que la quille ait pris exactement l'inclinaison de l'avant-cale et porte dessus ; et la force développée fait plonger la partie antérieure de la coque de bas en haut.

Toutefois, comme le bâtiment remonté doit retourner ensuite à la mer, et qu'il faudrait un appareil nouveau pour le lancement, si la cale était à une pente de moins de $\frac{1}{12}$ ; qu'on ne saurait d'ailleurs avoir dans les ports des cales qui ne servent les unes qu'à la mise à l'eau, et les autres qu'au halage à terre, on a maintenu la pente de $\frac{1}{12}$ pour toutes ; et ce n'est que pour essai qu'on a transformé au port militaire de Lorient une ancienne cale débarcadère en cale à la pente de $\frac{1}{20}$.

M. l'officier du génie maritime Joffre, dans un mémoire inséré aux *Annales maritimes et coloniales* de 1839, a du reste prouvé que la hauteur d'eau à l'extrémité des avant-cales au moment du remontage, et par conséquent leur longueur devraient être celles qu'on a indiquées plus haut pour l'opération inverse, celle de la mise à l'eau. Cet Ingénieur a traité aussi la question de la forme et de la grandeur des pontons flotteurs dits vulgairement *chameaux* ou *chattes*, par lesquels on pourrait faire émerger soit l'avant, soit l'arrière d'un bâtiment, pour diminuer la fatigue qu'il éprouve dans les premiers temps du halage, et jusqu'à ce que toute sa longueur porte sur l'avant-cale.

On a cherché à réduire les frottements dans le remontage ; et l'expédient qui s'offrait le premier était l'emploi de roulettes sous le berceau

Figures 690 des planches.

marchant sur un chemin de fer. Les figures 690 des planches indiquent cette innovation connue sous le nom d'appareil Morton.

Appareils Morton et Plantevigne.

M. Plantevigne l'a beaucoup amélioré sous le nom de *rail-way marin*, et l'a mis en emploi à Bordeaux. Cet inventeur a substitué au mouvement de rotation par roulettes l'un des trois moyens suivants :

1° Celui de boulets de canons ou de sphères, déjà employé autrefois avec le plus grand succès par Carbury pour le transport, à travers les marais de la Finlande jusqu'à Saint-Pétersbourg, du soubassement de la statue de Pierre le Grand ;

2° Celui de boules sur axes, qui est une variante du précédent ;

3° Celui de rouleaux, auxquels M. Plantevigne donne la préférence pour la réduction des frottements et pour la facilité de la manœuvre.

Des coins-*ventrières*, qu'on met à volonté en action sous l'eau, saisissent les flancs du navire et le font échouer forcément sur l'appareil du berceau, dans l'emplacement qui lui est assigné ; de plus, des coins dits *d'arcure* maintiennent l'arc *préexistant* de la quille, et empêchent le bâtiment de se déformer par le redressement brusque au moment de l'émersion sur l'avant-cale. Le même berceau peut servir d'ailleurs à des bâtiments de différentes espèces.

Les Annales Maritimes et Coloniales d'avril 1840 présentent le rapport d'une Commission réunie à Bordeaux pour l'examen du rail-way marin.

On a objecté contre l'application de ce système aux grands bâtiments, la longueur plus grande qu'il forcerait de donner à des avant-cales dont la dépense primitive pourrait ainsi être d'un intérêt plus élevé que l'économie dans les appareils et dans la force de traction. Cette dernière serait insignifiante d'ailleurs dans les ports militaires où les bras, non plus que les cabestans et chaînes de traction, ne manqueront jamais pour de grandes opérations de force qui ne durent que 3 heures au plus.

ème de construction des cales et avant-cales.

La construction des cales et avant-cales n'impose d'autres conditions que celles de solidité sous le poids maximum des bâtiments à construire ou à réparer, et de durée pendant tout le temps au moins qu'ils doivent rester sur les chantiers ou en dépôt. Le tableau de l'appendice n° 4, du tome 2, fait connaître en mètres cubes d'eau le déplacement et le poids des bâtiments léges, et la longueur de quille en mètres. Ce sont les données principales à consulter.

Suivant les procédés de mise à l'eau et de halage à terre, tout le poids des navires peut reposer par moitié sur chacune des rives de la cale avant

la pose des accorages latéraux et après leur enlèvement, ou presque tout entier sur la partie centrale de la cale et de l'avant-cale. Les zônes inférieures de cette dernière ont d'ailleurs à supporter cette même charge sur *une très-petite longueur* au moment de l'immersion ou de l'émersion.

Les cales et avant-cales qui sont au niveau ou en contre-bas des terre-pleins environnants sont exécutées suivant la nature du terrain d'après les règles générales indiquées pour les fondations, à la treizième leçon du Tome premier. Premier cas.

Ainsi, sur un terrain de rocher, on se borne à de simples traverses en bois engagées dans des sillons pratiqués dans le rocher, et garnies en mortier. Sur ces traverses se clouent sur le deux rives trois rangs de madriers de 8 à 10 centimètres d'épaisseur pour le trajet des couettes mobiles, et deux pièces de garde en relif dites *lisses*.

Dans un terrain résistant, mais susceptible de glissement; on interpose au-dessous des traverses trois rangs de longuerines en bois, un au milieu, deux sur les rives et tous trois arasés également en maçonnerie. Les traversines s'entaillent de 6 à 8 centimètres sur les longuerines, et sont elles-mêmes arasées par une maçonnerie avec moellons ou pavage de champ, soit même par un dallage à plat en pierres de taille. Les figures 691 des planches représentent ce genre de construction. Figures 691 des planches.

Dans les terrains où le fond résistant est à une profondeur telle qu'il soit moins dispendieux de piloter, que de le chercher par des déblais dont le vide serait rempli en maçonnerie ou en béton, on établit deux lignes de pieux sur chaque rive, et trois vers la zône centrale des cales et avant-cales pour recevoir les rangs de longuerines indiqués ci-dessus. Ce mode de construction est indiqué figures 692 des planches. Figures 692 des planches.

On pourrait lui substituer, mais *seulement pour les cales proprement dites*, les fondations sur encaissement de sable.

Les terrains mous jusqu'à une profondeur indéfinie sont consolidés, soit par la compression d'une multitude de pieux, soit par de larges enrochements.

On peut encore imiter ce qui s'est fait pour les cales de Rochefort, et superposer plusieurs plans croisés de grillages à pièces jointives. C'est le moyen auquel on a recours pour les cales destinées aux navires de commerce dans toute espèce de mauvais terrains.

Un massif de béton d'une épaisseur suffisante conviendrait mieux encore dans *les terrains uniformément mous*.

Les soutènements des bords ou gradins des tranchées pour les cales en contre-bas du sol; et le revêtissage des parois inclinées des

tranchées des avant-cales, s'exécuteront du reste comme à l'ordinaire.

Deuxième cas.

Si la cale ou l'avant-cale, ou toutes deux ensemble, sont en relief sur les terre-pleins environnants, ce relief peut se réaliser de plusieurs manières.

1° Par des massifs isolés en bois ou en maçonnerie sous chaque traverse de la cale et de l'avant-cale;

2° Par des massifs continus en bois ou en maçonnerie, formant trois lignes principales, dont deux pour les rives, une pour la zône centrale;

3° Par un seul massif prismatique plein en bois ou en maçonnerie, ayant toute la longueur et la largeur du relief de cale ou de l'avant-cale, et élégi seulement par quelques vides ou voûtes qui servent alors de magasins.

Ces massifs sont du reste fondés suivant les règles générales déjà citées.

Les reliefs placés aux nouvelles cales réunies par groupes au chantier du Mourillon à Toulon, sont supportés par une couche de béton d'environ 50 centimètres d'épaisseur, qui dépasse d'un mètre de chaque côté les soutènements des massifs.

Cette couche s'appuie elle-même sur un enrochement général de 2 mètres d'épaisseur, étendu sur le fond de vase, et de 15 mètres de largeur transversale d'empattement au fond.

Figures 693 des planches.

La troisième disposition indiquée ci-dessus a été adoptée pour plusieurs cales de ports maritimes de Lorient, Rochefort et Toulon, représentées figures 693 des planches.

Les massifs amovibles en bois conviennent spécialement aux cales provisoires ou aux cales permanentes qui ne servent que de loin en loin; car ils se détériorent avec une grande rapidité.

On rencontre au sommet de quelques anciennes cales, des fosses ou puits fermés par des panneaux amovibles, et dans lesquelles se plaçaient les ouvriers perceurs qui avaient à enfoncer par en-dessous les chevilles en fer d'un mètre de longueur et plus, qui retiennent les parties inférieures de la proue ou étambot.

Fondations pour les accorages latéraux de la coque des navires.

Les bittes d'amarrages dont il a été question pour la mise à l'eau et le remontage sur les cales sont ordinairement reliés avec le sommet de ces cales par des étrésillonnages en bois ou par des maçonneries intercalaires.

Les lignes latérales d'étançons et accorages sur les deux rives des cales concourent à porter le poids du bâtiment pendant la construction. Leur affaissement aurait des conséquences graves pour l'équilibre du navire et son exécution symétrique. Ces accorages reposent ordinairement sur des semelles qui s'appuient directement sur le sol ou sur des grillages intermédiaires. Mais comme ces derniers n'ont pour effet principal que de rendre

les tassements moins brusques et plus uniformes; on devra, toutes les fois que le fond solide pourra être ainsi atteint, recourir à des pilotis battus suivant l'inclinaison moyenne des accores.

L'exécution des *cales proprement dites* ne présente aucune difficulté spéciale. Mode d'exécution des cales et avant-cales.

Celle des *avant-cales* dans les ports *à marées* se fait, dans leur partie inférieure, par des ceintures de batardeaux *submersibles* d'une hauteur telle: qu'on puisse travailler soit à toutes les basses mers de morte eau, ou seulement à celles de vive eau; et que les épuisements étant effectués, il reste au moins deux heures de travail.

Ces batardeaux sont pourvus d'ailleurs de buses d'écoulement avec ventelles.

On pourrait substituer à ce mode, 1° celui de caissons non foncés submersibles, qu'on remplirait de béton jusqu'au niveau du dessous des traversines; 2° le recépage sous l'eau d'un pilotis général, puis l'immersion et le clouage, également sous l'eau, d'un grillage général bordé et garni de coulisses et de lisses.

Dans les ports *sans marées* on a recours aux procédés suivants:

1° A l'immersion sous l'eau d'un grillage de traversines et longuerines façonnées de manière que le dessous s'adapte aux dénivellations du terrain sous-marin, et que le dessus se trouve dans le plan incliné de la cale. On a réussi de cette manière dans quelques ports d'Italie, où le fond était assez résistant pour qu'on se dispensât de piloter;

2° Aux caissons sans fond avec remplissage en béton, système qui avait été projeté pour les avant-cales en relief aux ports de Gênes et de la Spezzia; Figures 694 des planches.

3° Aux pilotis recépés sous l'eau et aux grillages immergés déjà mentionnés ci-dessus pour les avant-cales *submersibles* des ports *à marées;*

4° Aux caissons foncés. Bélidor décrit aux pages 195 et 197, tome IV de l'*Architecture hydraulique*, l'application de ce mode à l'exécution d'une avant-cale au port militaire de Toulon. Figures 695 des planches.

On avait d'abord creusé le terrain sous-marin jusqu'au fond résistant sur une longueur totale de 70 mètres, et une largeur de $19^m,50$, en lui donnant $1^m,30$ de pente sur la longueur. Trois caissons foncés, chacun de $19^m,50$, furent confectionnés pour la longueur de 70 mètres; et leur hauteur fut réglée de manière que leurs bords, après l'échouage, n'excédassent que de $1^m,30$ la surface de l'eau.

Pour empêcher les caissons de dévier, on les avait renfermés dans une enveloppe de pieux qui étaient équidistants de $1^{m},50$, et reliés par des ventrières. Contre celles-ci étaient fixées des palplanches formant un vannage à $1^{m},95$ de distance des parois du caisson. Lorsqu'en partant de la rive, on eut formé les vannages à droite et à gauche du caisson, et que la maçonnerie y fut élevée à une certaine hauteur, on le coula en y faisant entrer l'eau uniformément; puis on remplit de terre glaise l'intervalle entre les bords du caisson et le vannage. Ce dernier fut ainsi préservé des filtrations et de l'action des vagues dans les gros temps. Les avant-cales ainsi faites restèrent enveloppées pendant un an; et on les tint chargées pendant ce temps d'un poids égal à celui qu'elles devaient supporter.

Figures 696 des planches.

5° Celui par batardeaux insubmersibles, qui a été employé avec succès par feu M. l'ingénieur en chef Martret-Préville, à l'une des avant-cales du port de Toulon, représentée fig. 696 des planch. On y remarquera un grillage fort ingénieux d'étrésillonnage qu'on avait fait couler à l'intérieur du batardeau pour contretenir l'une par l'autre ses diverses parois (1).

Plate-forme amovible d'avant-cales au port de Toulon.

Il est très-difficile, dans les ports *sans marées* de visiter les avant-cales avant une mise à l'eau ou un halage à terre, de s'assurer de leur bon état, et de suifer les chemins par lesquels s'opère le glissement. De là des accidents qui étaient assez fréquents dans le lancement des grands bâtiments au port de Toulon. Leur opération et celle du remontage s'effectuent aujourd'hui avec sécurité, à l'aide d'une plate-forme amovible qui forme le dessus des avant-cales, et qu'on a appelée fort improprement *avant-cale mobile*.

Cette plate-forme, dont feu M. l'ingénieur Martret-Préville avait eu la pensée dès 1811, a 65 mètres de longueur sur $6^{m},50$ de largeur, et environ 80 centimèt. d'épaisseur. Elle est formée de pièces de bois doubles et transversales recouvertes de bordages longitudinaux qui prolongent les coulisses et lisses de rive de la cale proprement dite. De fortes longuerines croisent les pièces transversales et portent des pitons sur lesquels s'accrochent les palans, à l'aide desquels on fait immerger la plate-forme sur le massif sous-marin de l'avant-cale. Cette plate-forme est reportée d'ailleurs à volonté d'une avant-cale sur l'autre.

---

(1) La dépense de ces avant-cales a varié de 135,400 fr. à 219,200 fr., non compris le bénéfice provenant de la différence des salaires des hommes libres et de ceux des forçats de même profession. Ces derniers avaient été employés en grand nombre aux travaux de force des avant-cales de Toulon.

Couvertures amovibles et fixes des cales.

La rareté progressive des bois de construction d'un fort échantillon, le prompt dépérissement des bâtiments à flot dans leurs parties émergées ou *œuvres-mortes* de leur coque, ont forcé dans les Marines militaires des divers États de garantir contre les pluies, les rosées, les frimas et le soleil, les navires que les éventualités politiques faisaient conserver *à flot*.

Ces abris consistent en toitures amovibles légères, en bois de sapin, recouvertes de planches minces, ou de toiles.

La substitution récente aux toiles peintes qui arrêtaient le passage de la lumière, de toiles diaphanes imprégnées d'huile lithargirée, est due à M. Allix, officier de génie maritime, et est une amélioration très-importante.

Mais ces toitures n'empêchent pas l'action sur le bois de l'air salin saturé d'humidité et celle des couches inférieures de l'atmosphère en contact avec la mer.

On préfère aujourd'hui imiter les Vénitiens, et laisser les bâtiments en dépôt sur les cales où ils ont été construits ou remontés, sauf à les y abriter soit par le même système de toitures *amovibles* qu'à flot, soit par des couvertures *fixes* indépendantes des navires. D'ailleurs, pendant la durée même de la construction et de la réparation, les bois de la coque et les ouvriers avaient besoin d'abris semblables.

La marine marchande, qui n'a point de bâtiments en dépôt pour des éventualités politiques ou militaires, qui ne construit et ne répare qu'au fur et à mesure des commandes, et exécute rapidement des navires dont les bois sont d'un faible échantillon, et se remplacent assez facilement; n'a pas le même intérêt à faire les dépenses des couvertures d'abritement à flot ou à terre.

L'on allègue, dans les ports militaires, en faveur des toitures amovibles:

La nécessité d'en établir sur les bâtiments après leur mise à l'eau;

Leur faible dépense initiale, qui n'est au plus que de 12,000 francs pour un vaisseau de premier rang;

La possibilité de les faire servir successivement à divers bâtiments du même type.

On objecte d'ailleurs contre les couvertures fixes, le capital élevé de leur construction première, lequel varie, pour les couvertures exécutées dans les ports militaires de France, de 150,000 à 400,000 fr., et ne produit aucun intérêt d'utilité lorsque la cale n'est pas en service.

D'autre part, on allègue pour les couvertures fixes: que le montant cumulé des rentes annuelles du capital primitif, des dépenses annuelles d'en-

tretien et de renouvellement et de leurs intérêts, pourrait, après un laps de temps d'un siècle (durée minimum probable des couvertures de cales avec supports en maçonnerie), être en définitive moindre que la dépense pendant le même temps des toitures amovibles, y compris entretiens et renouvellements, et intérêts de toutes les sommes dépensées.

Les toitures amovibles ne peuvent d'ailleurs être établies que quand la membrure des bâtiments est montée; et jusque-là les matériaux et les hommes sont sans abri. Les parois amovibles verticales par lesquelles on complète ces toitures pour garantir les flancs des navires contre le fouettage des pluies dans les mauvais temps, ne sauraient être élevées que quand les ponts intérieurs des navires, leur vaigrage et leur bordé sont eux-mêmes en place. Ces parois, comme les toitures elles-mêmes, gênent beaucoup les travaux complémentaires de la coque. Enfin, les unes et les autres, facilement avariées et même emportées dans les ouragans, augmentent aussi les chances d'incendie.

Quoi qu'il en soit, les couvertures fixes ne comprennent que la longueur des cales proprement dites, et sont formées sur chaque rive d'une rangée de supports fixes en bois, en fonte ou en maçonnerie, qui reçoit la retombée de la couverture. Celle-ci n'admet évidemment pas de supports intermédiaires d'une rangée à l'autre.

La distance *dans œuvre* entre les deux rangées varie, dans les couvertures existantes de vaisseaux de premier rang, de 19 à 32 mètres, et est ordinairement de 22 mètres.

Les intervalles *dans œuvre* des supports de la même rive ne sont pas ordinairement au-dessous de $6^m,30$ pour les *mêmes types de cales*, afin que les *fermes* ou *couples de levée* de la coque des navires, puissent y passer obliquement lors du levage.

Cependant, au port de Rochefort, il y a des couvertures de cales avec supports en bois, placés à $4^m,50$ d'entre-axe; et cette même cote se retrouve dans les couvertures des cales en exécution au chantier du Mourillon, annexe de l'arsenal de Toulon.

La hauteur du débouché entre les supports n'est pas moindre de 6 mètres, pour livrer un passage facile aux poutres ou *barrots* des divers ponts étagés des navires, et aux madriers du vaigrage et du bordé, enfin aux haubans et manœuvres courantes des appareils de levage. Cette hauteur dépend d'ailleurs des niveaux respectifs du dessus de la cale et des terre-pleins riverains, sur lesquels les supports de couverture sont assis; et sera évidem-

ment plus grande pour des cales en *relief* que pour des cales en tranchée.

La hauteur du faîte de la couverture au-dessus du sol est réglée d'après les éléments suivants : la pente nécessaire à l'écoulement des neiges et des eaux pluviales, suivant le système de revêtissage extérieur adopté ; les hauteurs respectives du dessus de la cale et des terre-pleins riverains ; enfin le jeu de 1 mètre de hauteur au minimum à laisser entre les pièces les plus basses à l'intérieur de la toiture d'abri, et le dessus des parties les plus élevées du bâtiment du rang le plus considérable qui sera mis en chantier ou remonté sur la cale couverte.

La tête *aval* des couvertures de cales vers la mer a évidemment le même débouché transversal que celui des diverses zônes de la longueur.

Il n'en est pas de même de la tête amont. Le bâtiment, suivant certaines expositions, ne sera garanti contre le fouettage de la pluie que par l'établissement d'un masque vertical amovible en bois, ou d'un mur de fermeture percé seulement d'une arcade ouverte pour les mouvements de bois et le levage de l'*avant du vaisseau*. Une pareille fermeture s'exécute en ce moment aux cales couvertes du nouvel arsenal de Cherbourg, représentées figures 697 des planches.

Figures 697 des planches.

On y remarquera aussi les toitures intercalaires et les appentis latéraux projetés par M. l'ingénieur Virla dans chaque groupe de cales, pour former des halles de travail.

De la construction des couvertures de cales.

Dans les ports des États-Unis d'Amérique et dans quelques ports de la Hollande, les hangars d'abri des cales sont de grandes maisons ou magasins fermés de trois côtés. Sur chaque face, sont pratiquées de larges ouvertures dont la fermeture facultative s'effectue : soit par des ventaux tournants ordinaires, soit par des planches verticales amovibles, et qui peuvent glisser dans des coulisses haut et bas.

En Hollande, en Angleterre, et au port de Rochefort en France, les supports des charpentes et couvertures des cales sont en bois. Cette disposition est souvent nécessitée par la nature peu résistante du terrain, qui force de réduire au minimum la charge sur les fondations. Mais les bois placés debout pourrissent rapidement vers le pied ; de plus le centre de gravité de l'ensemble de la construction étant très-élevé avec ce genre de supports, il en résulte peu de stabilité dans les ports sujets à des ouragans violents.

Des supports en fonte de fer ou maçonnerie sont donc en général préférables.

Une forme oblongue en plan dans le sens transversal de la cale, avec

des arrondissements aux encoignures, est celle qui s'adapte le mieux à toutes les conditions de ce genre d'établissements.

La grande portée du vide à couvrir exclut les voûtes en maçonnerie. De quelques matériaux qu'elles fussent formées, elles augmenteraient énormément la charge sur les fondations, et exerceraient une poussée contre les supports de rive, qui forcerait de leur donner dans le sens transversal des dimensions telles que l'espace pour le travail et le mouvement des bois, et pour la circulation, en serait obstrué. On a renoncé pour ces motifs à des voûtes ogives en maçonnerie, qui avaient été projetées en 1819 au port de Toulon pour les couvertures des cales de la darse neuve.

Des charpentes en bois ou métalliques, légères et solides à la fois, conviennent donc exclusivement.

Les bois abrités et *ventilés*, quelle que soit leur essence (sauf le hêtre), se conservent parfaitement. Les charpentes des vieux clochers d'églises, des anciens châteaux, en sont des témoignages irrécusables.

A résistance égale, les charpentes en bois pèsent moins que celles en fonte et même en fer forgé; et la différence du prix de revient en *France* est aussi moins grande; car les intérêts cumulés du capital engagé dans une charpente métallique, suffiraient pour renouveler tous les vingt ans celles en bois des mêmes constructions.

Il ne reste à l'avantage des charpentes métalliques que leur incombustibilité. Mais si le feu se manifeste dans le navire en chantier, en radoub ou en dépôt, comme il tendra à s'élever vers la charpente; celle-ci, quoique métallique, éprouvera des déformations qui forceront de la reconstruire.

La combustion ne commencerait probablement dans une toiture en bois placée aussi haut que les couvertures de cales, que par la chute de la foudre; et alors elle n'épargnerait pas non plus le bâtiment. Au reste, des paratonnerres multipliés, ou des réseaux de chaînes métalliques, préviendraient ces effets.

Dans l'étude des systèmes de fermes en bois ou en métal pour les couvertures de cales, il faut tenir compte :

De l'action extérieure du vent, pendant les ouragans, sur un seul côté et dans le sens perpendiculaire à l'axe de la cale;

De cette même action, dans le sens oblique avec composante longitudinale;

Des tourbillons qui, dans les tempêtes, s'engouffrent sous les couvertures par les ouvertures latérales et par celles de tête, et tendent à les soulever de bas en haut.

Pour obvier à ce dernier effet, on relie fortement le bas des charpentes avec le haut des supports par des tirants verticaux en fer ou par des tuyaux creux en fonte descendant dans l'intérieur des piliers en maçonnerie et qui servent alors à la fois à relier les diverses espèces de ces piliers, et à faire écouler les eaux pluviales.

Les piliers des cales sont du reste fondés par l'un des moyens indiqués dans la 13me leçon, pages 157...173, tome Ier du programme.

Les fondations des piliers des cales couvertes de la darse neuve, au port de Toulon, ont été faites sur un terrain creusé à 6 mètres de profondeur, et comprimé par un damage énergique. Mais des affaissements et même des déversements dans les piliers, qui se manifestèrent pendant leur construction, forcèrent de recourir subséquemment à des pilotis serrés de *compression.*

Les figures 697 des planches représentent diverses couvertures de cales des ports militaires de l'étranger et de France. Figures 697 des planches.

On regrette de n'avoir pu y comprendre les cales, et couvertures des 47 cales de construction et de dépôt, dont 23 pour vaisseaux de 76 à 80 canons, qui avaient été établies par la république de Venise autour de la seule darse *Novissima Grande*, indépendamment de celles qui étaient placées, au pourtour des bassins dits *Nuovo* et *Vecchio*.

Voici la description que feu MM. Sganzin et de Prony en faisaient dans un mémoire manuscrit sur la mission que l'Empereur Napoléon leur avait donnée en 1806 :

« Les hangars des 11 cales du côté nord de la darse ont environ »52m,62 de longueur sur 17m,87 de largeur. Les murs qui les séparent »ne sont pas tous exactement parallèles. Il y a en outre sur la rive de la »darse des contre-forts qui diminuent la largeur de la cale; mais il reste »encore 16m,242 au minimum.

»Pour donner aux cales la longueur de 58m,47 qui leur est nécessaire, »on est dans l'usage de prendre en avant une zône d'environ 6 mètres en »partie sur la rive et en partie sur la darse. On y forme un terre-plein, »dont on soutient le remblai au moyen de quelques palplanches; et l'on »enlève cette partie additionnelle de la cale lors de la mise à l'eau du vais»seau.

»Ce prolongement à faux frais n'est pas recouvert, mais pourrait l'être »à peu de frais.

»Les murs qui séparent les cales ne sont pas pleins, mais formés par

»deux rangées d'arcades superposées. Les arceaux sont en plein cintre. »Ils ont 4$^m$,23 de largeur et 5$^m$,52 de hauteur sous clef. Les piédroits sont »formés, ou par des pilastres quarrés ou par des colonnes en pierres de »taille qui ont de 1 mètre à 1$^m$,30 de diamètre. Le socle ou tablette sur »lequel reposent le rang des arceaux supérieurs est élevé de 8$^m$,12 au-»dessus du sol.

»Quelques-uns des murs ont été postérieurement remplis en maçon-»nerie de briques pour *rendre à ces murs la solidité* qui paraissait leur »manquer, et pour fermer de nombreuses lézardes qui s'y étaient mani-»festées.

»La hauteur des poutres horizontales et des entraits qui supportent la »charpente de la couverture est généralement, pour les 23 cales de vais-»seaux de 74 à 80 canons, d'environ 13$^m$,80 au-dessus du sol actuel, me-»surés au milieu de la longueur de la cale, et de 15$^m$,41 au-dessus du »*commune*, qui est le niveau des hautes mers ordinaires.

»Dans cet état de choses, si l'on dispose la quille du vaisseau de 74 à con-»struire suivant le plan incliné de $\frac{1}{12}$, et en lançant le vaisseau par l'a-»vant, l'élévation perpendiculaire de la tête des *anguilles* ou *couettes* à »l'arrière du vaisseau sera de 3$^m$,90; et il restera depuis ce point de l'ar-»rière jusqu'à la poutre des fermes correspondantes à la charpente de »la couverture, une hauteur seulement de 10$^m$,80.

»Or, un vaisseau de 74, depuis le dessous de la quille jusqu'à la surface »inférieure des baux du dernier pont, a 12$^m$,34; il y a donc un excédant »de 1$^m$,54 sur la hauteur disponible. Ainsi on ne pourra élever la con-»struction d'un pareil vaisseau que jusqu'à la première batterie et le pont »de la deuxième; et pour élever la coque plus haut, on serait obligé de »couper les deux ou trois premières poutres et les entraits de la charpente »à partir de l'amont. »

Revenant aux couvertures des cales de la fig. 697 des planches, on appellera l'attention sur celles de Rotterdam :

Une première cale avait d'abord été revêtue en zinc, et ce revêtissage avait coûté 8,000 florins (16,400 fr.). On a substitué ensuite, dans une deuxième cale, de la toile au métal, parce que ce dernier exigeait beaucoup d'entretien; enfin dans une troisième cale pour bâtiments de deuxième ordre, on avait employé simplement deux couches de *papier carton à doublage*. On avait à cet effet passé sur le bordé des fermes une couche de goudron sur laquelle on collait les feuilles de papier, qui se recouvraient

comme des tuiles ; on les maintenait ainsi par quelques clous. On goudronnait par-dessus cette première couche, et on apposait la seconde, dont les feuilles étaient clouées comme celles de la première couche ; puis on passait une dernière couche de goudron qui devait être renouvelée tous les ans. Figures 698 des planches.

Ce genre de couverture économique n'avait coûté que 4,000 florins (8,000 fr.).

La couverture de l'une des cales de vaisseaux de l'arsenal de Woolwich en Angleterre, sur la Tamise, présente dans les bas côtés qui servent de halles de travail une particularité assez remarquable, celle de petits appentis faisant équilibre par leurs poids à celui d'une portion de la toiture principale. Des supports verticaux mobiles à charnière sont repliés vers les dehors lors des mises à l'eau et remontages.

La couverture de cale du port de Brest, dite *Cale de recouvrance*, date de 1788 à 1789 ; c'est l'une des premières applications faites dans les arsenaux maritimes du système de charpente en bois dit de Philibert Delorme. La partie inférieure de la toiture est revêtue en ardoises ; la partie supérieure, en feuilles de cuivre à doublage. On lui reprochait l'insuffisance de longueur et de hauteur pour les bâtiments de premier rang.

La couverture de l'une des anciennes cales de construction du port militaire de Lorient a été projetée par M. Lamblardie fils, qui y était directeur des travaux maritimes, et a été exécutée de 1817 à 1820. Les supports sont des colonnes de granit porphyrique bleu, dont les assises, taillées et posées avec la plus grande précision, sont formées de pierres liées par des crochets intérieurs. Ces colonnes ont une hauteur croissante de l'amont à l'aval, par suite de la pente des terre-pleins.

La charpente en bois de chêne, exécutée à la Philibert Delorme, présente les pénétrations d'une grande arcade ogive longitudinale par sept arcades ogives latérales sur chaque rive dont la partie cintrée est fermée par des persiennes. Les *noues* de ces pénétrations ont présenté de grandes difficultés dans l'exécution.

Le revêtissage extérieur de la toiture est formé, dans la partie supérieure de l'arcade principale et des arceaux latéraux, par des feuilles de cuivre mince de 2$^{m}$,20 sur 1$^{m}$,10, et de 5 kilogrammes au mètre carré, agrafées et clouées seulement sur l'un des bords montants et sur le bord horizontal supérieur. Du papier à doublage est interposé entre les feuilles de cuivre, et le bordé en sapin cloué avec des *clous de fer*.

La partie inférieure des arcades est revêtue en ardoise. Des feuilles de plomb garnissent les rentrants et saillants des pénétrations et têtes d'arcades.

On a reproché à cette belle construction : une trop grande hauteur de faîte ; la forme circulaire des supports qui, indépendamment des plus-values de taille et de pose, n'oppose une résistance suffisante dans le sens de la poussée de la charpente que par un grossissement surabondant dans le sens longitudinal ; enfin le système des arcades de pénétration latérales, à raison, 1° des angles aigus sous lesquels les fermes de l'arcade principale viennent rencontrer les *noues* en bois, 2° de la difficulté de trouver des pièces courbes pour composer ces dernières (1).

Les couvertures des cales de Rochefort sont dans un système approprié au peu de consistance d'un terrain généralement vaseux jusqu'à une profondeur indéfinie.

Figures 697 des planches. On a vu par la figure 697 quel avait été le système employé pour l'abritement des cales au sud de l'avant-port militaire de Cherbourg.

Le revêtissage extérieur est en bardeaux ou *ardoises de chêne*. Cette espèce d'ardoise, beaucoup plus légère que les ardoises minérales, s'est conservée intacte depuis près de seize ans, moyennant une couche annuelle de peinture.

Les premières couvertures exécutées au port de Toulon pour les cales de la darse neuve présentent la reproduction en *maçonnerie* des arcades latérales de la cale couverte de Lorient. Mais les piliers ne sont point circulaires comme dans cette dernière ; leur coupe horizontale est un rectangle arrondi à ses deux extrémités en demi-cercle. Ces arrondissements ont pour but de prévenir les épaufrures et les dislocations par le choc des pièces de bois. Il est prudent d'exécuter en général ces arrondissements, et sur 16 à 20 c. de rayon, aux encoignures de piliers carrés ou rectangulaires.

Dans les nouvelles cales pour vaisseaux de premier rang en construction

---

(1) De grandes exagérations s'étant accréditées sur la dépense première de cette construction, l'on croit utile de relater ici les éléments de la *dépense réelle constatée après l'exécution*, en y ajoutant le bénéfice dû à l'emploi des condamnés dans une partie des travaux, et les *matières de toute espèce employées*.

| | |
|---|---|
| Seize colonnes ont coûté en nombres ronds. . . . . . . . . . . | 128,000 fr. |
| La charpente, *Id.*, *Id.* . . . . . . . . . . . . . . . | 147,200 |
| Le revêtissage, mi-partie en ardoise, mi-partie en cuivre, *Id.*, *Id.* . | 76,900 |
| Total. . . . . . . . . . . | 352,100 fr. |

au chantier du Mourillon, annexe de l'arsenal de Toulon, on a profité de leur contiguïté pour les distribuer en trois groupes principaux, chacun formé de cinq cales.

Pour épargner la dépense de quatre supports en maçonnerie, et en même temps se procurer des halles de travail latérales, avec le minimum de dépense, on a couvert chaque groupe par cinq toitures adjacentes à deux versants. Deux rangées de poteaux à $8^{m},50$ d'entre-axe comprennent entre elles les halles de travail intermédiaires aux bâtiments en chantier et communs aux deux cales limitrophes; ces lignes de poteaux reçoivent en même temps la retombée des versants adjacents de deux toitures contiguës.

Cet ensemble de constructions n'aura pas son pareil dans aucun port français et même étranger.

On est redevable de la communication des dessins à l'obligeance de M. Bernard, Inspecteur divisionnaire, auteur des projets, et qui en a suivi l'exécution avec M. l'ingénieur Noël, qui était sous ses ordres.

On ne connaît aucune couverture de cale qui ait été exécutée avec supports et à charpente métallique.

Les figures 699 des planches représentent un projet de ce genre qui avait été composé par M. Mathieu, aujourd'hui directeur des travaux maritimes au port militaire de Rochefort. Figures 699 des planches.

Le tableau final ci-contre résume les renseignements qu'on a pu recueillir sur les dispositions, formes et dimensions des principales couvertures des cales de construction le plus récemment exécutées.

| DES CALES. | RANG DES CALES. | LONGUEUR totale des couvertures de tête en tête. | LARGEUR dans œuvre entre les supports des rives des cales. | HAUTEUR minimum du faîte de la couverture | | HAUTEUR minimum du faîte des vides latéraux | | NOMBRE des supports de chaque rive. | LARGEUR dans œuvre des intervalles des supports. | GE[NRE] de const[ruction] de[s] supports |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | au-dessus du sol. | au-dessus de la plate-forme inclinée de la cale. | au-dessus du sol. | au-dessus de la plate-forme inclinée des cales. | | | |
| | | m. | m. | m. | m. | m. | m. | m. | m. | |
| n en Hollande. | Cales de corvettes. | . . . . . | 11,30 | 17,20 | 17,20 | 11,00 | 11,00 | . . . . . | 1,00 | Poteaux |
| lwich en An- . . . . . | Cale pour vaisseaux de 1er rang | 91,00 | 32,00 | 29,00 | 35,50 | 7,80 à la charpente principale; 3,30 aux bas-côtés. | 14,30 *Id.* 9,80 *Id.* | . . . . . | . . . . . | *I* |
| vertes du noue Cherbourg, 821 et 1822. | *Id.* | 84,00 | 23,00 | 26,20 | 26,20 | 7,80 | 7,80 | 8 | 7,30 | Pilier gulaires çonneri |
| port de Brest, 788 à 1789. | *Id.* | 72,20 | 21,00 | 17,00 | 13,50 | 12,50 | 10,00 | 8 | 8,00 | *I* |
| u port de Lon 1817 et 1820. | *Id.* | 74,00 | 22,50 | 22,40 | 22,40 | 8,00 | 8,00 | 8 | 7,50 | Colonn laire |
| uverte de Roruite en 1773. | Pour les vaisseaux de 2e rang. | 68,00 | 19,50 | 25,00 | 21,50 | 13,00 | 9,50 | 16 | 4,20 | Fern cales e |
| . . . . . | Pour les vaisseaux de 1er rang. | 75,00 | 20,00 | 26,50 | 22,80 | 15,00 | 11,30 | 18 | 4,00 | . |
| u port de Toudarse neuve, 1820 à 1825. | *Id.* | 82,60 | 22,00 | 28,50 | 24,00 | 11,50 | 7,10 | 8 | 9,40 | Piliers rectan avec d cles a extrémi |
| n exécution au ourillon à Toue de 15, disrois groupes, ales. . . . | *Id.* | 83,20 | 20,70 | 27,50 | 23,50 | 6,83 | 2,83 | 11 | 4,00 | Piliers laire |
| ale métallique . . . . . | *Id.* | 79,00 | 22,00 | 29,00 | 25,20 | 12,00 | 8,20 | 8 | 7,80 | Groupe sés cha colonne liques e |

| MENSION supports de rive. | | HAUTEUR moyenne depuis le pied des supports jusqu'à la naissance de la charpente principale. | LARGEUR des fermes de la charpente principale à leur pied. | HAUTEUR de flèche de la charpente principale. | FORME extérieure et intérieure de la charpente principale. | DISTANCE verticale minimum entre le dessus de la coque du plus grand bâtiment et le dessous de la charpente. | GENRE de revêtissage de la toiture. | DÉPENSE de construction d'une couverture de cale. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| versal. | dans le sens longitudinal. | | | | | | | Totale. | Par mètre quarré de surface abritée. | Par mètre cube d'espace abrité depuis le sol jusqu'au faîte. |
| . . . . | . . . . . | m. 10,70 | m. 11,5 | m. 4,50 | Deux rampants rectilignes à l'extérieur, et un trapèze à l'intérieur. | m. . . . . | Zinc, 1re cale. Toile, 2e cale. Papiers, 3e cale. | | | |
| | m. 0,66 | 11,70 à la charpente principale. | 32,00 à la charpente principale. | 17,00 | *Id.* | | | | | |
| | 3,00 | 15,80 | 23,00 | 10,20 | Deux rampants rectilignes à l'extérieur, figure polygonale à l'intérieur. | 2,30 | En bardeaux. | fr. 372,661 | fr. 160 | fr. 7,69 |
| e bas haut. | 0,80 | 12,80 | 21,00 | 9,30 | Forme circulaire à l'intérieur et à l'extérieur. | . . . . . | Feuilles de cuivre sur 6 mètres de chaque côté du faîte; le reste en ardoises. | | | |
| bas, haut. | 2,50 dans le bas, 1,70 dans le haut. | 8,00 | 22,50 | 14,39 | Forme ogive à l'intérieur et à l'extérieur. | 3,00 | Feuilles de cuivre sur 14 mètres de chaque côté du faîte principal, et 1m,60 de chaque côté du faîte des arcades latérales; le reste en ardoises. | 392,100 | 192,60 | 11,35 |
| eur des fermes. | 0,35 | 11,00 | 19,50 | 10,00 | Deux rampants rectilignes à l'extérieur, forme curviligne à l'intérieur. | . . . . . | En bardeaux. | | | |
| *Id.* | 0,35 | 12,80 | 20,00 | 9,00 | Forme ogive à l'extérieur, trapézoïdale à l'intérieur. | 1,20 | *Id.* | | | |
| médiai- ngueur s extré- bas; haut. | 1,60 | 18,20 | 20,00 | 10,00 hauteur moyenne. | Forme ogive à l'extérieur et à l'intérieur. | . . . . . | En tuiles. | 255,660 non compris le bénéfice de l'emploi des forçats. | 105,90 *Id.* | 4,57 *Id.* |
| le. | 3,50 | 14,50 | 20,75 | 13,00 | Deux rampants rectilignes à l'extérieur; forme mi-partie rectiligne et curviligne à l'intérieur. | 3,00 | En feuilles de zinc. | | | |
| ueur e. | 3,00 de largeur du groupe. | 17,00 | 22,00 | 12,00 | Forme ogive à l'extérieur et à l'intérieur. | 6,00 | Projeté avec feuilles de cuivre. | | | |

Doks hydrostatiques.

On terminera ce qui concerne le troisième genre de *dispositions* pour la construction et la réparation des navires, en mentionnant le moyen employé dans les ports des États-Unis d'Amérique, particulièrement pour les navires de commerce, et auquel on a donné le nom assez impropre de *dock hydrostatique*. Il avait été proposé aussi pour le port du Havre.

Cet appareil, qui remplace les plans inclinés de halage, élève les navires verticalement. On se sert également à cet effet d'une plate-forme amovible ou berceau, pour supporter le navire dans son ascension ou pendant sa réparation. Ce dernier vient se placer dans une gare spéciale dont les rives insubmersibles sont solidement construites. Là il échoue sur la plate-forme du berceau, qui précédemment a été montée sur place et descendue au fond de l'eau.

Le berceau est soutenu par des câbles en chanvre et par des chaînes en fer qu'on élevait à l'origine par 16 jusqu'à 40 vis en fer de $0^{m},125$ de diamètre, manœuvrées par 30 à 60 hommes, suivant l'importance des navires. Mais on a appliqué récemment à New-York, à l'ascension de bâtiments de 800 tonneaux, une presse hydraulique de $0^{m},70$ de diamètre extérieur, et de $0^{m},30$ de diamètre intérieur.

Le piston du cylindre de la presse a 3 mètres de longueur. L'eau est injectée dans la presse par une machine à vapeur à haute pression de 6 chevaux. La manœuvre n'exige que 4 personnes. L'ascension verticale est de 3 mètres de hauteur, attendu qu'à New-York les dénivellations des marées ne sont que de $1^{m},50$.

Figures 700 des planches.

Les figures 700 des planches donnent une indication de cet appareil. On y voit que les 20 chaînes de suspension sur chaque rive du berceau, après avoir passé sur les poulies fixes de retour, viennent s'attacher à de longs arbres longitudinaux. Ces deux arbres sont mis en rapport avec le piston de la presse hydraulique. Quand ce dernier marche par l'injection de l'eau dans le corps de la presse, les deux arbres longitudinaux de rive cheminent aussi et entraînent avec eux les bouts de chaînes ; et en moins d'une heure le bâtiment est hors de l'eau.

On conçoit que la machine à vapeur aurait pu être appliquée *directement* et sans l'intermédiaire de la presse hydraulique.

La manœuvre inverse a lieu pour la mise à l'eau des bâtiments réparés.

Comme le bâtiment reste suspendu pendant toute la durée des répara-

tions sur les chaînes et sur l'appareil de la presse, ce dernier est solidement engagé dans un large massif en maçonnerie.

Toutefois, il serait possible de soulager cet appareil; en épontillant sous la plate-forme du berceau; et même en conduisant horizontalement le bâtiment avec son berceau, après qu'il aura été élevé à hauteur, jusqu'à une plate-forme horizontale en arrière où il serait réparé avec soin. Alors ce système serait applicable également bien pour la mise à l'eau des bâtiments *construits à neuf.*

Les gares de docks et les appareils de levage dépendent à New-York de compagnies particulières qui en accordent l'usage aux prix suivants :

*Pour le premier jour.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pour bâtiments au-dessous de 75 tonneaux. . . . | 75fr | » | |
| Pour bâtiments d'un seul pont de 75 ton. et au-dessus. | 1 | » | par tonneau et par jour. |
| Pour bâtiments à deux ponts et au-dessus. . . . . | 1 | 20c | *id.* |

*Pour les jours suivants.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pour les bâtiments au-dessous de 170 tonneaux. . . | 75fr. | » | par jour. |
| Pour bâtiments de toute espèce au-dessus de 170 ton. | 0 | 45c | par tonneau et par jour. |
| Le chargement en marchandises à bord. . . . . | 1 | 20 | par tonneau. |

M. l'Ingénieur Frissart, dans l'ouvrage intitulé *Histoire du Havre*, a exposé les conditions principales d'un dock hydrostatique pour bâtiments à vapeur des plus grandes dimensions, du poids de 1,000 tonneaux, indépendamment du poids du berceau, évalué à 200 tonneaux.

La dépense première était estimée, y compris les appareils moteurs, à 500,000 fr.

## RÉSUMÉ DE LA QUARANTIÈME LEÇON.

DES FORMES SÈCHES DE VISITE ET DE RADOUB. — MODES D'ASSÈCHEMENT ET D'EXÉCUTION.

---

QUATRIÈME DISPOSITION. — *Constructions et réparations des navires dans des enceintes à volonte asséchées et remplies d'eau.*

Enceintes et formes sèches de radoub.

Lorsqu'il a été question des fermetures des écluses des bassins de flot et des écluses de chasses, on a vu que les fermetures de flot dans les ports à marées pouvaient maintenir temporairement à sec l'intérieur des enceintes d'eau, et faciliter la visite, le doublage et les réparations des bâtiments qui s'y trouveront ainsi échoués. Mais cette faculté, purement accidentelle et de courte durée, n'est point à compter parmi les ressources ordinaires.

Des enceintes spécialement affectées aux opérations ci-dessus, disponibles à des époques déterminées et plus ou moins rapprochées, étaient donc nécessaires surtout à la Marine militaire, où ces opérations doivent être effectuées en peu de temps, soit dans les ports sans marées, soit dans ceux des ports à marées où les bâtiments restent *à flot à la basse mer*. Ces enceintes ont reçu en France le nom de *bassins de radoub*, ou *formes sèches;* en Angleterre, celui de *graving-docks*.

Les chantiers d'échouage ayant été préparés à l'avance dans la forme asséchée une première fois, les navires y entrent à flot, toués avec soin dans l'axe de l'écluse ; dès qu'ils l'ont franchie, des fermetures de flot isolent l'enceinte de l'extérieur.

Le navire est maintenu dans la ligne d'axe des chantiers, par des pièces de bois horizontales qui s'appuient sur chaque rive dans le sens transversal, par une de leurs extrémités sur les flancs de la coque, et par l'autre contre les parois de la forme. On procède ensuite à un nouvel assé-

chement de l'enceinte; et lorsque, par l'abaissement du niveau des eaux, le navire est descendu sur ses chantiers, on l'appuie sur chaque rive par de nouveaux rangs d'accorages obliques ou verticaux, au fur et à mesure que ses œuvres vives se découvrent. Les figures 701 des planches représentent ces dispositions dans le groupe nord des formes de la rive de Recouvrance au port de Brest.

Figures 701 des planches.

La sortie du navire s'opère, en laissant rentrer l'eau pour mettre le bâtiment à flot; en ouvrant l'écluse, et en touant avec toutes les précautions nécessaires, pour que le bâtiment suive l'axe de l'écluse.

L'asséchement de l'enceinte de la forme a lieu soit par l'écoulement des eaux vers l'extérieur, soit par l'enlèvement des eaux à l'aide d'appareils mécaniques.

Dans les ports à marées, cet écoulement se fait d'ordinaire de lui-même jusqu'au niveau de basse mer et par des communications spéciales entre le dedans et le dehors.

Les formes, considérées d'abord comme moyens rapides de visite, de doublage et de réparations ont été ensuite employées pour les longs radoubs et refontes de préférence au halage sur les cales, ou à défaut d'un nombre de cales suffisant pour cette dernière opération. Même pendant quelque temps on avait voulu transformer les formes en chantiers de constructions neuves.

Feu M. le baron Cachin, à l'instar des formes du port militaire de Carlscrona, en Suède (fig. 702 des pl.) exécutées par le célèbre ingénieur Thumberg, avait projeté à l'ouest de l'avant-port et du bassin de flot du nouvel arsenal de Cherbourg, un avant-bassin demi-circulaire en communication avec tous deux, à la circonférence duquel il faisait déboucher, dans le sens des rayons, quinze formes de construction et de radoub.

Figures 702 des planches.

On exposera ultérieurement les avantages et inconvénients respectifs des diverses dispositions praticables pour les travaux de constructions et de réparations des navires; et il résultera de cette comparaison la conséquence que les formes sèches ne conviennent *en général* qu'aux visites et réparations de courte durée.

Feu M. Pestel, directeur des constructions navales au port de Toulon, avait proposé pour les ports militaires, des formes *flottantes* et *amovibles*, fermées et ouvertes à volonté comme les formes *fixes*, et qui auraient pu être remorquées près du bâtiment à visiter. Après l'admission

Disposition et emplacement des formes sèches de radoub.

de ce dernier, cette vaste caisse échouée et conservée à flot aurait été vidée comme une forme fixe.

Cette idée était déjà réalisée en Angleterre sur la rivière de Wear en 1820, mais seulement pour des bâtiments du commerce. Le caisson flottant y est échoué sur la plage avant qu'un navire n'y entre. La fermeture consiste en portes tournantes busquées.

On lit dans l'*Encyclopédie méthodique*, section MARINE, imprimée en 1783, article BASSINS DE RADOUB, qu'il avait été construit un semblable bassin flottant à Saint-Pétersbourg.

Toutefois, le projet de feu M. Pestel n'a pas eu de suites; probablement à cause de l'énorme dépense de construction d'une caisse de dimensions colossales dont les parois auraient eu à soutenir constamment une charge de 7 à 8 mètres d'eau.

Tout ce qu'on a dit plus haut, au sujet des emplacements et largeurs des terre-pleins de rive des cales de constructions, s'applique jusqu'à un certain point aux formes sèches. Cependant il n'est pas nécessaire qu'au large de l'écluse d'entrée des formes et dans l'alignement de leur axe, il y ait une longueur en surface d'eau aussi grande qu'au large des avant-cales. Ici on peut se restreindre à une fois et un quart de la longueur du plus grand bâtiment admissible dans la forme.

La largeur des terre-pleins de rive peut être réduite aussi à 7 mètres, et à même 6 mètres, comme au port de Liverpool, quand l'espace est rare ou cher. Cette largeur n'est que de 9 mètres aux nouvelles formes de l'arsenal de Toulon fondées dans la mer.

Les questions principales que présente l'établissement des formes sèches sont relatives : à leur capacité intérieure; à leur destination spéciale; à la largeur de leur écluse d'entrée ; à la profondeur d'eau sur le radier de cette même écluse; à la profondeur du radier de l'enceinte relativement au radier de l'écluse; enfin aux formes et configurations des parois de l'enceinte intérieure.

Capacité des formes.

L'économie d'une seule écluse d'entrée vers le large, et quelques circonstances locales ont déterminé, dans plusieurs ports marchands et militaires à l'étranger, et dans les ports militaires de Rochefort et Brest en France, à donner aux formes une capacité telle que plusieurs bâtiments du rang le plus élevé y fussent admis simultanément. Mais cela supposait que les bâtiments entreraient le même jour, auraient la même durée de visite et de réparations, et sortiraient le même jour.

Une pareille coïncidence est tout à fait exceptionnelle, et les navires sont ainsi dans une dépendance mutuelle. Aussi l'on a été conduit à subdiviser ultérieurement l'enceinte intérieure par des écluses à *fermetures intérieures*, et à réserver les formes les plus éloignées de l'entrée aux navires dont les réparations seraient de la plus longue durée.

La construction des écluses intermédiaires fait disparaître une forte partie de l'économie qu'on avait en vue ; et la dépendance mutuelle des navires n'a plus de compensations. Car la faculté de pouvoir déverser dans quelques cas une partie des eaux d'une forme dans une autre inoccupée , se réalise aussi bien par des formes contiguës *latéralement* , et ayant des entrées distinctes.

La capacité des formes est donc réglée seulement sur les dimensions d'*un seul* des navires du rang le plus élevé pour lequel elles sont établies ; sauf à l'agrandir quelque peu de manière que deux bâtiments de *rang inférieur* puissent y séjourner simultanément.

Destination spéciale des formes.

En jetant les yeux sur les tableaux de l'appendice n° 4 du tome II , on reconnaît :

Que pour les bâtiments de commerce marchant à la voile ;

Les tonnages variant de 50 à 1000 tonneaux :

| | | |
|---|---|---|
| Les longueurs sur le pont varient de | 17m,00 à 48m,00 | c'est-à-dire presque du simple au double. |
| Les tirants d'eau léges de. . . . . . | 1m,50 à 4m,00 | |
| Les tirants d'eau à charge complète. | 2m,4 à 6m,35 | |
| Les largeurs au maître-bau de. . . | 5m,55 à 12m,55 | un peu plus seulement du simple au double. |

Que dans les bâtiments de guerre de second rang y compris les petites frégates ;

Les tonnages variant de 76 à 753 tonneaux :

| | | |
|---|---|---|
| Les longueurs sur le pont supérieur sont comprises entre. . . . . | 25m,718 et 46m,50 | un peu moins du simple au double. |
| Les tirants d'eau léges entre. . . | 1m,925 et 3m,52 | |
| Les tirants d'eau à charge complète entre. . . . . . . . . . . . . | 2m,65 et 5m,388 | |
| Les largeurs au maître-bau entre | 7m,00 et 12m,27 | du simple aux $\frac{5}{3}$. |

Que dans les frégates et vaisseaux de premier rang,

*Les tonnages variant de 1,200 à 2,709 tonneaux :*

| | | |
|---|---|---|
| *Les longueurs sur le pont supérieur de râblure en râblure sont comprises entre.* | $53^m,50$ et $62^m,3$ | un peu moins de $1\frac{1}{2}$. |
| *Les tirants d'eau léges entre.* | $4^m,00$ et $4^m,863$ | |
| *Les tirants d'eau sous voile entre.* | $6^m,30$ et $7^m,877$ | |
| *Les largeurs au maître-bau entre* | $12^m,27$ et $17^m,04$ | |

Que dans les bateaux à vapeur,

*Les forces motrices variant de 160 à 500 chevaux :*

| | |
|---|---|
| *Les longueurs varient de.* | $47^m,40$ à $74^m,00$ |
| *Les tirants d'eau léges de.* | $2^m,50$ à $3^m,00$ |
| *Les tirants d'eau à charge complète.* | $3^m,40$ à $4^m,88$ |
| *Les largeurs en dehors des tambours des roues de.* | $8^m,00$ à $20^m,60$ |

Si des formes doivent être disposées dans une localité pour des navires du *type le plus élevé*, et que ceux-ci n'y soient qu'en petit nombre, tandis que les navires d'un tonnage moyen y abonderaient, on aurait :

A rechercher les plus values des dépenses de construction et d'entretien, de manœuvres de fermetures et des dépenses d'assèchement de formes qui en résulteraient pour les bâtiments de tonnage moyen ;

Et à tenir compte aussi des chances d'envasement à l'entrée des écluses, et de filtrations à l'intérieur des formes, qui seraient d'autant plus graves que les radiers des écluses seraient établis plus bas.

Cette étude pourra conduire dans quelques cas : à construire des formes distinctes pour les principales catégories de bâtiments qui fréquentent le même port. Les dimensions de l'écluse et de l'enceinte intérieure d'une forme de chaque catégorie seraient alors réglées de telle sorte : que les bâtiments du *type ordinaire* y étant pourvus de toutes les facilités nécessaires, ceux de la catégorie immédiatement supérieure y pussent encore être admis à la rigueur, *mais en subissant toutes les entraves provenant du rétrécissement de l'espace.*

Ainsi, l'enceinte intérieure pour les frégates de premier rang de 60 bouches à feu serait rendue susceptible de recevoir un vaisseau à 3 ponts; car une augmentation de $2^m,50$ dans la largeur de $15^m,50$ qu'exi-

gerait le passage du vaisseau, serait insignifiante pour les difficultés d'exécution et de manœuvre.

Figures 705 des planches.

Le célèbre Grogniard, dans la construction de la forme sèche de Toulon (représentée figures 705 des planches), avait ménagé dans les bajoyers de l'écluse sept rainures espacées de mètre en mètre dans le sens longitudinaire, et correspondant à des positions différentes du bateau-porte de fermeture. Suivant la longueur des bâtiments admis dans la forme, il réduisait ainsi notablement les dépenses d'asséchement de l'enceinte. M. l'ingénieur Bernard a reproduit en partie cette disposition dans la forme nouvelle récemment exécutée dans le même arsenal.

Largeur et système de fermeture des écluses d'entrée des formes sèches.

La largeur du débouché des écluses d'entrée des formes est réglée d'après les mêmes bases que celles des écluses des bassins de flot, et cette dimension devra aussi être portée aujourd'hui au moins à $21^{m},60$ dans les ports de stationnement de bateaux à vapeur de long cours et de guerre. Toutefois, on pourrait ici également avoir deux largeurs différentes de débouché : l'une correspondante dans la partie supérieure aux tambours des roues, l'autre inférieure, qui serait bien moindre.

La figure de la section transversale d'une écluse de formes sèches dépend du mode de fermeture.

Si l'on emploie des portes tournantes busquées, la plate-forme de l'écluse et les bajoyers seront l'une horizontale, et les autres verticaux, au moins dans toute la longueur correspondante aux enclaves.

Si la fermeture consiste en bateaux-portes à deux quilles, la section du débouché peut être un arc renversé dans le radier, se raccordant avec deux bajoyers, dont les talus seraient tangentiels à une courbe parallèle à 25 ou 30 décimètres de distance aux façons du maître-bau du bâtiment le plus grand qui ait à traverser l'écluse.

Enfin, si le bateau-porte est à une seule quille, ou dans le système Pestel, la section transversale serait un trapèze renversé *dans toute la zône au large des heurtoirs*.

Dans quelques formes existantes fermées par des portes, les écluses présentent *en deçà et au delà des enclaves*, des sections curvilignes avec arcs de cercle renversés. Dans quelques autres fermées par des bateaux-portes, ce même genre de section transversale existe *en dedans des heurtoirs* jusqu'à la tête de l'écluse vers la forme.

Le but qu'on s'est proposé a été évidemment de résister avec plus d'efficacité aux poussées d'eau de bas en haut sous le radier; de relier plus inti-

mement les bajoyers des deux rives, et de diminuer la surface des fermetures exposées à la pression de l'eau. Il en résulte néanmoins plus de difficultés pour les manœuvres d'entrée et de sortie des navires.

Aussi, dans les formes les plus récemment exécutées à Cherbourg, Brest, Lorient et Toulon, on a adopté la section en trapèze renversé avec fermeture de bateaux-portes dans *toute la longueur entre les deux têtes de l'écluse*. On s'y est précautionné contre le soulèvement du radier de bas en haut, et contre les filtrations, par une surépaisseur de maçonnerie et par la taille en claveaux de plate-bande des blocs de dallage, qu'on a posés d'ailleurs en boutisses de champ.

Du reste, les bateaux-portes sont préférés aux portes tournantes même pour les formes de visite. Ce genre de fermetures se prête facilement aux accroissements de débouché et à l'approfondissement des radiers des écluses. Les dépôts de vase fluente, la présence de corps étrangers sur le radier, n'en empêchent pas la manœuvre; et bien qu'elle soit de beaucoup plus lente que celle des portes tournantes sur un *radier bien uni*, cet inconvénient est plus que compensé par les moindres chances d'accidents. D'ailleurs les bateaux-portes permettent de raccourcir de beaucoup les écluses, diminuent aussi le volume d'eau à enlever pour l'assèchement des formes, et tiennent lieu de ponts mobiles.

Même dans le cas de fermetures avec portes tournantes, on ménagera à la tête de l'écluse, vers le large, des enclaves et heurtoirs pour recevoir un bateau-porte provisionnel, et des rainures pour batardeaux temporaires comme aux écluses de navigation.

Enfin il y aura à se prémunir, dans les fermetures des écluses de formes, contre un excédant *accidentel de pression d'eau du dedans vers le dehors*, lequel a souvent lieu dans les ports à marées, soit parce que les communications de l'intérieur à l'extérieur sont interceptées à dessein ou fortuitement, soit parce que leur rétrécissement fait baisser l'eau intérieure moins vite que l'eau extérieure.

Des valets vers le large, ou des chaînes de tension vers l'intérieur, maintiendraient des portes tournantes, si l'on ne pouvait les laisser ouvertes entièrement. Mais les bateaux-portes à *une seule quille* n'ayant pas de stabilité contre une poussée du *dedans au dehors*, chavireraient si l'on n'avait soin de les retenir, soit aussi par les valets et les chaînes indiqués ci-dessus, ou par des coins et poteaux amovibles de serrage dans les rainures des entraves.

Les écluses intérieures de séparation de deux formes à la suite l'une de l'autre ne sauraient être fermées évidemment que par des portes tournantes.

On renvoie, pour les détails des fermetures avec portes tournantes et bateaux-portes, à ce qui a été dit pages 366 à 371 du tome II, et aux figures 633 et 642 des planches. Figures 633 et 642 des planches.

La question de la profondeur des radiers des écluses d'entrée des formes sèches de radoub est moins complexe dans les ports sans marées que dans ceux à marées. Dans les uns comme dans les autres, cette profondeur peut être réduite de toute la hauteur en relief de la quille des navires, en établissant dans l'axe du radier, comme il a été fait aux formes de Brest et de Lorient, une cunette ou rigole d'environ 60 centimètres de largeur et 30 centimètres de profondeur, dans laquelle la quille s'engagerait, et dont le fond ne serait qu'à 18 ou 20 centim. au-dessus de l'avant-radier. Cotes de profondeur du radier des écluses d'entrée des formes.

On a obvié à l'insuffisance de profondeur d'eau sur les radiers par les expédients suivants :

1° En mettant le bâtiment *sans différence de tirant de l'eau de l'avant à l'arrière* par un nouvel arrimage des poids amovibles à bord ;

2° En faisant émerger les navires à l'aide de pontons flotteurs dits vulgairement *Chameaux* ou *Chattes*.

Ce deuxième moyen a été employé de tout temps en Hollande, et appliqué à Venise pendant l'occupation française.

Les figures 704 des planches représentent l'ajustement de ces pontons contre les flancs des bâtiments. Quand ils ont été liés étroitement contre ce dernier à l'aide de cordages ou de câbles-chaînes passant par les sabords des bâtiments, et susceptibles d'être roidis ; on les fait émerger soit en enlevant une partie de l'eau dont on aurait rempli les diverses cases intérieures du chameau, soit en retirant le lest dont on aurait surchargé ce dernier pour le faire enfoncer de toute la hauteur dont le bâtiment doit émerger. Figures 704 des planches.

On pourrait se servir aussi du ponton comme d'une plate-forme susceptible de s'incliner et d'immerger, et sur laquelle se trouveraient les appareils d'*élévation du bâtiment* à faire émerger. Ce dernier mode est indiqué par M. l'ingénieur Joffre, dans son mémoire sur le halage à terre du vaisseau le *Majestueux* (*Ann. maritimes et coloniales de* 1839).

Quel que soit le mode d'emploi des pontons, qui ont jusqu'à 50 mètres de longueur, 13 de largeur, et 6 de hauteur, et bien qu'il puisse faire émerger de $2^m,40$ un vaisseau lége de 74, et de $3^m,40$ un bâtiment sous voiles, on voit que ce moyen est fort dispendieux, et que la lenteur et les difficultés

de ses préparatifs seront souvent inconciliables avec les exigences de la navigation, et surtout avec les éventualités en temps de guerre.

Ports sans marées.

En conséquence, si une seule forme doit être établie dans un port *sans marées*, on ne devra pas hésiter à placer le radier de l'écluse à une cote telle qu'un *bâtiment de premier rang sous voiles* y puisse entrer sans pontons auxiliaires.

Si le même port est destiné à recevoir deux formes, la seconde serait disposée de manière à ce qu'on pût y faire entrer à volonté, ou un bâtiment de premier rang *lége*, ou un bâtiment du degré immédiatement inférieur à moitié armé, ou un bâtiment sous voiles du 3e degré de l'échelle.

Ainsi, pour n'en citer qu'un exemple, la cote d'eau de $6^{m},37$, nécessaire à une frégate de premier rang sous voiles, suffirait :

1° A un vaisseau à trois ponts en *commission de port* qui aurait à bord son lest, ses bas-mâts, son gréement et les objets d'armement d'attache ;

2° A un vaisseau de 86 canons qui aurait à son bord tout son armement complet, moins les poudres, les canons avec leurs affûts et projectiles, son eau, etc., etc.

Si le nombre des formes était au-dessus de deux, on pourrait descendre ainsi graduellement jusqu'aux bâtiments de deuxième rang, à moins que l'importance d'un port tel que celui de Toulon ne requît plusieurs formes de visite pour vaisseaux de premier rang.

Au reste, la question est bien plus nautique que financière et technique. Car dans les ports sans marées, quel que soit le système d'exécution des formes et de leurs écluses, par caissons, batardeaux ou par bétonnages, les difficultés et les dépenses ne croissent pas avec la même rapidité que dans les ports *à marées* pour une même augmentation de profondeur des radiers.

D'un autre côté, l'asséchement à l'intérieur ne pouvant être opéré qu'artificiellement, et d'ordinaire par des appareils élévatoires mécaniques mus par des moteurs organiques ou par la vapeur, la portion des frais d'asséchement qui se rapporte au matériel de ces appareils et à leur mise en jeu est *constante*, quelle que soit la durée du fonctionnement. Le montant *total* de ces frais ne croît donc pas non plus dans la double proportion de l'augmentation du volume des eaux à enlever et de leur hauteur. Ainsi l'*excédant d'eau* qu'il faut enlever d'une forme de premier rang lorsqu'on fait entrer un bâtiment de deuxième ou troisième rang, n'a point autant d'importance qu'on aurait pu lui en attribuer.

Enfin une dernière considération fort importante sous le rapport de l'as-

sèchement des formes, c'est que le volume d'eau restant à enlever après l'entrée d'un bâtiment est bien moindre pour un bâtiment *tout armé* que pour un bâtiment *lége*. Il est d'environ 2,200 mètres cubes pour un vaisseau à trois ponts sous voiles, et de 5,000 mètres cubes pour ce même bâtiment lége; une pareille différence compense bien la plus grande élévation des eaux à enlever dans le premier cas.

Ports à marées.

Dans les ports à marées, les dépenses de construction, d'entretien de l'écluse, de ses fermetures, celles de l'enceinte de la forme, tant que la profondeur du radier est comprise dans les hauteurs des dénivellations des marées, ne croissent guère qu'en simple raison des profondeurs; car leur accroissement multiplie seulement les entraves, chances d'avaries, et allonge seulement la durée totale des travaux d'établissement.

Les frais d'asséchement sont d'ailleurs peu considérables entre les mêmes limites.

Mais lorsque le radier s'abaisse au-dessous du niveau des *basses mers des vives eaux ordinaires*, tous les éléments de dépenses ci-mentionnées prennent d'abord un très-grand développement; mais ce développement se ralentit *en général*, au fur et à mesure que l'augmentation de profondeur devient une fraction moindre de la cote totale à laquelle on est arrivé en contre-bas des basses mers de vive eau.

Ports de commerce.

Le radier des écluses des formes, dans les ports de commerce qui assèchent à basses mers, ne peut descendre au-dessous du sol naturel de ces ports; mais il peut être relevé jusqu'au niveau des basses mers de *morte eau*, ou bien à un point intermédiaire entre ce niveau et le précédent. Les dénivellations locales des marées, les tirants d'eau des navires du rang le plus élevé sous voiles, *allégis* ou *léges*, le nombre de fois par mois que l'écluse doit être franchissable pour tels ou tels navires, seront les éléments de la question à résoudre.

Toutefois, si une seule forme devait être établie, le radier serait placé à une cote telle que les navires de premier rang et du tonnage le plus habituel dans les localités pussent être admis dans la forme aux moindres *hautes mers de morte eau*.

Dans le cas d'établissement de plusieurs formes, on les disposerait comme il a été dit pour les *ports sans marées*. Mais il y aurait ici à tenir compte d'un élément nouveau, de l'accroissement de profondeur d'eau dans la transition périodique des mortes eaux aux vives eaux. Ainsi, dans les ports comme Calais, Boulogne, Cherbourg, Granville et Saint-Malo, qui

assèchent à basse mer, les cotes à haute mer augmentent progressivement de 2 et 3 mètres; en sorte qu'on peut faire passer aux syzygies des bâtiments de *premier rang sous voiles*, au-dessus d'un radier d'écluse qui, à morte eau, n'aurait été praticable que pour des bâtiments de *deuxième rang sous voiles*.

Ports militaires.

Les bâtiments de premier rang sous voiles restent à flot à *basse mer* dans les ports militaires à *marées*. La question de profondeur des radiers d'écluses de formes s'y complique donc beaucoup. Car les types principaux des vaisseaux à trois ponts, frégates, corvettes, bateaux à vapeur, présentent plusieurs subdivisions; et dans chacune d'elles, le bâtiment peut être dans des positions très-diverses, sous voiles, en état d'armement de rade, en état d'armement de port, en état de commission ou complétement lége.

La dépense d'asséchement des formes y devient aussi un élément plus important de la dépense totale de l'emploi des formes sèches pour les visites et réparations. Enfin, dans les localités où les eaux sont chargées de troubles, il faut tenir compte des dépôts d'alluvions qui obstruent rapidement les écluses à radiers très-bas, et exigent comme aux formes de Rochefort, des moyens permanents et journaliers d'enlèvement.

Toutefois, dans la Marine Militaire, tout doit être combiné pour l'état de la guerre, pour les plus grands développements *instantanés* des forces navales, pour la mise en service immédiate de tout le matériel disponible.

De plus, d'après des Réglements récents, le doublage des navires, cette partie si essentielle de leur conservation et de leur marche, doit être visitée annuellement et à chaque départ.

Les considérations de dépenses premières, de difficultés de construction, de frais d'asséchement des formes, seront en conséquence d'un ordre tout à fait secondaire dans la Marine Militaire.

D'autre part, l'*assortiment*, pour ainsi dire, des bâtiments de la flotte, varie d'une époque à l'autre, d'un port à l'autre. Sauf quelques ports qui, par l'insuffisance d'eau à basse mer, ne peuvent recevoir que certaines catégories de navires; tous les autres sont appelés à l'armement et au stationnement tantôt de vaisseaux de haut bord, tantôt de frégates, tantôt de corvettes. Les expéditions de Morée, d'Alger, celle du Levant, toutes rassemblées au port de Toulon, présentaient de grandes différences dans leur composition.

On n'hésite donc pas à dire que dans les ports militaires, le nombre des formes de *visite* affectées aux bâtiments de premier rang doit être *prédo-*

*minant*; que dans les ports à marées toutes ces formes doivent être accessibles aux moindres hautes mers de *morte eau* pour les bâtiments sous voiles; que les formes de *radoub* affectées à ces mêmes bâtiments *léges* doivent être à la fois accessibles par eux à toutes les hautes mers de vive ou de morte eau ordinaire; et par les bâtiments sous voiles d'un *rang moins élevé* aux moindres hautes mers de morte eau.

On suivait une règle analogue au fur et à mesure qu'on descendrait dans l'échelle des bâtiments de guerre, en remarquant au surplus que le retard qu'éprouvera l'admission d'un bâtiment dans une forme, aura d'autant moins d'inconvénients que ce bâtiment devra y séjourner plus longtemps.

Au reste, les chiffres de profondeur des radiers rigoureusement nécessaires aux tirants des bâtiments seront toujours forcés :

1° D'une cote de $0^m,30$ à $0^m,35$, en prévision de l'arc que prennent les navires à flot;

2° Du maximum de dépression des vagues dans les gros temps à l'entrée des écluses des formes.

L'avant-radier de l'écluse vers le large au delà de l'emplacement des bateaux-portes et des enclaves des portes tournantes, est dressé d'ordinaire suivant une pente vers la mer d'au moins $\frac{1}{10}$, afin que les navires puissent trouver de l'eau pour s'*embecter* à l'entrée de l'écluse, avant de la franchir.

Un tableau final présentera les cotes de profondeur des radiers des diverses formes de radoub existantes, en même temps que leurs dimensions principales.

**Profondeur du radier au plat-fond de l'enceinte intérieure des formes.**

La profondeur du radier de l'enceinte intérieure des formes dans la zône centrale de l'axe ne saurait être moindre de $1^m,20$, en contre-bas du point le plus bas du radier de l'écluse d'entrée, défalcation faite toutefois de la portion de la profondeur d'eau sur le radier qui correspond à la dépression des vagues, et dont il a été question ci-dessus.

Souvent en effet, les avaries d'un bâtiment sous voiles se trouvent sous la quille, et l'opération du chevillage et du doublage demande de la place pour les ouvriers assis. Enfin, la cote de $1^m,20$ est celle des *thins* ou chantiers d'échouage.

La différence du tirant d'eau de l'avant à l'arrière d'un bâtiment étant quelquefois de plus de $1^m,20$, on avait proposé de disposer la zône centrale du plat-fond des formes suivant cette pente ascendante de l'entrée vers le fond. Mais comme les bâtiments peuvent être mis *sans différence* pour le

passage de l'écluse, on se borne, pour cette zone centrale, à une légère pente de 0m,005 à 0m,01 par mètre, qui n'a d'autre objet que de hâter l'écoulement des eaux pluviales, et de les conduire jusqu'au point où elles seront évacuées au dehors.

La différence de hauteur des radiers de l'écluse et de la forme est rachetée du reste par un mur de chute, avec tracé curviligne convexe vers le large, ou à base rectiligne et perpendiculaire à l'axe de la forme.

De la configuration intérieure des formes.

La configuration générale des parois intérieures d'une forme devrait être en quelque sorte une *enveloppe* parallèle à la surface extérieure des façons d'un navire et à une distance telle que l'air et la lumière puissent s'y répandre, et que la pose des accorages et le travail des réparations et du doublage puissent s'opérer avec facilité.

Une pareille disposition réduirait au minimum le volume des eaux à enlever après l'admission des navires, et ferait croître d'ailleurs les épaisseurs des soutènements en rapport avec les poussées des remblais en arrière, depuis le niveau des terre-pleins riverains jusqu'au fond de la forme.

Mais les nombreuses variétés des types de bâtiments feraient qu'une configuration convenable pour les bâtiments de certains types et grandeurs serait défectueuse pour tous les autres, et notamment pour le cas où deux bâtiments de rang inférieur seraient *admis simultanément* dans la forme. On regrette aujourd'hui que les anciennes formes de Brest, Rochefort et Toulon n'aient pas été construites sur une échelle un peu plus large.

Les considérations de facilité pour les accorages, pour les mouvements et la mise en œuvre des matériaux sont en première ligne dans les formes dont l'eau s'écoule *d'elle-même*, et ne présente sur le plat-fond de l'enceinte qu'une faible tranche de 50 à 60 centimètres.

Figures 70 [illegible] planches

Ainsi, dans les formes des ports de commerce de Londres, de Dundée, et dans celle projetée au Havre par M. l'ingénieur Frissart pour les bâtiments à vapeur de long cours, les parties latérales sont parallèles à l'axe et se raccordent par un demi-cercle, à l'extrémité opposée à celle de l'entrée.

Les sections verticales et transversales de l'intérieur des formes doivent présenter des paliers et des gradins étagés en arrière les uns des autres, et plus ou moins multipliés :

1° Pour l'accorage oblique et vertical des deux flancs des navires;

2° Pour la circulation et le travail;

3° Pour les mouvements de matériaux à dos ou à bras d'hommes;

Dans les zônes en arrière et en avant, aux extrémités longitudinales de l'enceinte qui ne servent pas aux accorages, sont disposés :

1° Les escaliers de communication depuis le sol des terre-pleins jusqu'au plat-fond de la forme ;

2° Les rampes inclinées ou *glissoires* pour les bois neufs à mettre en œuvre et les vieux bois à retirer.

Les figures 706 des planches se rapportent : Figures 706 des planches.

Aux formes sèches pour vaisseaux de premier rang dans les ports militaires de Constantinople, de Chatam et Sheerness en Angleterre ; ces dernières ont été exécutées par le célèbre Rennie ;

A celle du nouvel arsenal de Cherbourg, exécutée de 1808 à 1811 ;

A la forme de visite refaite par le célèbre Grogniard, en 1783, sur la rive gauche du chenal du côté de Brest ;

Au groupe de formes sur la rive droite de Recouvrance à Brest : celle d'entrée a été construite par l'Ingénieur Choquet de Lindu, de 1750 à 1760 ; celle du fond, par M. l'Ingénieur Tarbé de Vauxclairs, antérieurement à 1814 ;

A la forme de frégates dites du *Salou* sur la même rive du chenal du port de Brest, exécutée de 1822 à 1825 ;

A la nouvelle forme du port de Lorient, commencée en 1820 et achevée en 1833 ;

A la nouvelle forme pour frégates, exécutée en 1675 à l'arsenal de Rochefort ; à un groupe de formes dans le même arsenal, pour vaisseaux de deuxième rang, qui date de 1689 ;

Aux nouvelles formes projetées par M. l'ingénieur Bernard au port de Toulon, et dont l'une d'elles vient d'être exécutée en 12 ans ;

Enfin, aux formes projetées dans l'arsenal d'Anvers pendant les dernières années de l'empire français, et dont l'exécution avait été commencée en 1812.

Les figures 701 des planches représentent le groupe nord des formes de Recouvrance de Brest ; et les figures 703, la première forme sèche exécutée par le célèbre Grogniard au port de Toulon. Figures 701 et 703 des planches.

Sur tous les plans, coupes longitudinales et transversales des formes sèches mentionnées ci-dessus, on a indiqué les coupes horizontales, longitudinales et transversales prises *au plus fort* des principaux bâtiments de chaque type.

Enfin, pour rendre plus intelligibles les dessins ci-dessus, on a représenté dans les figures 706 des planches la perspective du groupe sud des formes de Recouvrance de Brest.

L'inspection de ces plans fait reconnaître qu'on peut considérer généra lement les parois de l'intérieur des formes comme engendrées par le mou vement progressif de la section transversale le long des lignes des section horizontales.

Dans les formes des ports français les plus récemment exécutés, le arêtes des gradins *inférieurs* suivent *en plan* des courbures à peu près con centriques à celles des façons correspondantes des navires. Le volume d'ea dans les tranches qui sont au maximum de profondeur et en contre-bas d niveau des basses mers dans les *ports à marées*, est ainsi réduit à so minimum.

Les arêtes des gradins deviennent parallèles à l'axe dans les tranches su périeures, au moins dans toute la longueur qui correspond à la quille d plus grand bâtiment. Au delà, et vers la zône la plus reculée des formes, le gradins, depuis le fond jusqu'en haut, sont contournés en plan suivan les courbes ogives ou demi-circulaires.

Ces mêmes gradins, *en profil transversal* depuis le plat-fond de la form jusqu'en haut, augmentent de hauteur en même temps qu'ils diminuen de largeur. Le palier qui se trouve à peu près à $3^{m},50$ au-dessus de ce plat fond est celui dont le tracé a le plus d'importance, parce qu'il reçoit ordi nairement l'emplanture du premier rang d'accorages latéraux du navir échoué sur les chantiers. Ce palier ne saurait avoir moins de $1^{m},40$ pou que les ouvriers puissent circuler entre les accores et les parois de la forme

Dans les formes *anglaises*, les arêtes des paliers, sur toute la profondeu de la forme, sont ordinairement, *en plan*, parallèles à l'axe sur les deu longs côtés, et se raccordent aussi vers la zône du fond par des arcs ogive et demi-circulaires.

Le profil transversal en est très-varié. Ainsi, dans les ports de commerc de Londres, Liverpool, Bristol, Trown, Ardrossan, Leith, on rencontr des formes dont les gradins sont disposés comme dans les formes fran çaises; d'autres où les gradins sont tous d'égale hauteur à peu près, et on leurs arêtes tantôt sur une surface concentrique à celle du maître-bau de navires, tantôt dans un plan incliné à 60 degrés sur l'horizon. Plusieur de ces formes présentent des groupes verticaux de gradins composés d deux, trois, quatre ou cinq petits gradins de 30 cent. de largeur. Ce groupes sont séparés par des banquettes de $0^{m},52$ à $0^{m},60$ de largeur.

Enfin, quelques-unes de ces formes n'ont point de gradins; et les commu nications des terre-pleins avec le plat-fond s'effectuent par quelques glissoire

et escaliers fixes, et même par de simples échelles amovibles en bois. Les accorages y reposent sur le fond comme dans les cales *en tranchées*. Des chevalets, analogues à ceux des couvreurs, suspendus au couronnement du pourtour des formes, portent des planches à faux frais pour la circulation et le travail des ouvriers.

Le système des formes *françaises* est évidemment le plus économique à la fois pour la construction et pour l'assèchement des formes. Mais les gradins uniformément hauts de Chatam et de Sheerness dispensent d'escaliers, sont plus commodes pour les communications et se concilient mieux avec l'établissement des accorages pour des navires de divers types. Le parallélisme des arêtes des gradins à l'axe de la forme rend d'ailleurs possible l'introduction et les réparations simultanées de plusieurs navires du deuxième ordre.

Les parements des gradins d'une grande hauteur ont été exécutés tantôt verticalement, tantôt avec un fruit qui a été porté jusqu'au septième.

Les paliers doivent toujours présenter une pente légère vers l'axe de l'enceinte de la forme pour l'écoulement des eaux pluviales. Le couronnement seul aura une pente *inverse* pour éloigner de la forme les eaux pluviales et autres des terre-pleins riverains.

Dispositions de détail des formes.

Quel que soit le système adopté, les parois ascendantes des deux rives présentent des rangées d'arganeaux ou pitons en cuivre rouge, établies la première à environ 4 mètres, la deuxième à environ $7^{m},50$ au-dessus du plat-fond. Les arganeaux, dans chaque rangée, sont à environ 4 mètres d'intervalle; et ceux d'une rangée correspondent au milieu des intervalles de ceux de l'autre.

Ces rangées se continuent sur le pourtour de la forme, sauf dans la zône la plus reculée. Leur destination est de retenir les cordages pour la manœuvre des accores, et les haubans des mâts de charge, grues et chèvres amovibles qui desservent le travail des charpentiers.

L'arête de couronnement, au pourtour des formes, doit être pourvue de boucles en fer espacées de 0,80 jusqu'à 1 mètre, et servant à suspendre les plates-formes volantes des ouvriers, sur une garniture continue. Cette garniture est en fonte de fer, forme relief sur le couronnement, et est évidée en *caillebotis* ou en *damier*, afin qu'on puisse y passer les amarrages des plates-formes à un point quelconque du périmètre.

Le chauffage des bâtiments pour le calfatage et le *brayage* exige qu'il y ait au moment de ces opérations, et sur les deux rives, des pompes à incendie

pourvues d'approvisionnements d'eau douce. Il est donc utile qu'un puits soit établi au delà de la zône du fond des formes, et qu'une pompe d'élévation des eaux les répande dans des cuves fixes ou amovibles placées sur les deux rives.

Aux formes de Recouvrance de Brest, les cuves, au nombre de 17, sont fixes, en maçonnerie, de 0m,80 de dimension en tout sens, espacées de 8 à 9 mètres en dehors du dallage du couronnement qu'elles affleurent par leurs couvercles. Ces cuves sont réunies entre elles par des rigoles, en sorte que l'eau partant d'un point se répand de proche en proche dans toutes les cuves. Toutefois, les bailles à incendie amovibles, dont il existe toujours de grands dépôts dans les arsenaux militaires, paraissent préférables.

Les terre-pleins riverains des formes sont bordés comme ceux des bassins de flot, à 10 et 15 mèt. d'intervalle, de vieux canons ou bornes, en fonte de fer, destinés à la fois à la manœuvre du touage pour l'entrée et la sortie des navires, et à la tenue des haubans de chèvres, grues amovibles et autres appareils en usage pour les visites et réparations de navires.

Enfin, dans l'axe de la forme et au delà du couronnement de la zône la plus reculée, doit être implanté un système de canons ou poteaux en bois (dits bittes), fortifié par des ventrières, arc-bouté contre les parois de la forme, et sur lequel se prennent les retours des cordages de touage pour l'entrée et la sortie des navires.

**Asséchement et remplissage des formes.**

Les formes des ports *à marées* de la marine militaire ou marchande, dans lesquels le radier de l'enceinte intérieure correspond au niveau des *moindres basses mers*, s'assèchent et se remplissent, soit :

1° A l'aide d'aqueducs spéciaux fermés par des ventelles dont une des têtes est dans la zône de jonction de l'écluse d'entrée et de l'enceinte de la forme, et l'autre au minimum de distance de la première dans les bajoyers extérieurs de l'écluse ou dans les murs de quais en retour sur ces bajoyers;

2° Soit à l'aide de ventelles, de clapets ou de gros robinets réservés dans les portes tournantes et les bateaux-portes.

Le débouché de ces aqueducs ou orifices est réglé de manière à ce que l'ascension et l'abaissement de l'eau à l'intérieur de l'enceinte et à l'extérieur soient aussi simultanés que possible. Le seuil de leur radier est placé au niveau des plus basses mers d'équinoxe.

Les mêmes moyens sont employés pour le remplissage des formes dans les ports *sans marées*, et au remplissage ou à la vidange *partielle* des formes dont le radier intérieur, dans les ports *à marées*, est en contre-bas du niveau des basses mers.

Un premier moyen d'asséchement est commun aux ports *sans marées* et à *marées;* c'est le déversement de toutes les eaux dans un réservoir adjacent suffisamment large et profond, lequel est ensuite asséché lui-même à loisir. Un navire, en quelques minutes, après son entrée dans une forme, est échoué sur ses chantiers, et peut être visité et réparé pour la marée haute suivante. Asséchement par réservoirs.

Mais ce moyen, le plus expéditif de tous, est aussi le plus dispendieux. Car le réservoir à établir aurait son couronnement à plus de 9 mètres en contre-bas du sol, et devrait être susceptible de recevoir; sinon les 5,600 tonneaux d'eau qui resteraient dans les formes des ports *sans marées*, défalcation faite du déplacement de 2,400 tonneaux d'un vaisseau à trois ponts *lége*; au moins les 2,000 tonneaux qui resteraient, défalcation faite des 5,000 tonneaux de déplacement du même vaisseau *sous voiles*.

Si ce réservoir a 2 mètres de profondeur d'eau, il lui faudra une surface de 53 mètres en quarré pour contenir 5,600 tonneaux, et de 30 mètres en quarré pour contenir 2,000 tonneaux.

Si le réservoir est très-profond, la dépense d'épuisement ultérieur sera augmentée de beaucoup par la grande hauteur à laquelle les eaux seront élevées. Cette hauteur serait, dans tous les cas, de beaucoup supérieure à la hauteur *moyenne* à laquelle les eaux auraient dû être montées si elles étaient restées dans la forme.

Malgré ces inconvénients, un pareil réservoir de 9 mètres de profondeur a été établi au port de Portsmouth en Angleterre, pour recevoir les eaux restées dans les formes de *visite au-dessous du niveau des basses mers.*

Le célèbre Grogniard avait fait exécuter, à la suite de la forme sèche de Toulon, un réservoir de 15 mètres de longueur dans le sens de l'axe, capable de contenir 1,028 mètres cubes, autour duquel il avait ménagé l'emplacement nécessaire aux machines d'épuisement, et un aqueduc de communication avec la forme qu'on interceptait à volonté.

Le réservoir, de la même profondeur que la forme, recevait une partie du volume d'eau à enlever de cette dernière après l'entrée des bâtiments, ainsi que les eaux pluviales et de filtrations pendant la durée des travaux. Grogniard comptait réduire ainsi à 2,400 mètres cubes le volume d'eau à épuiser immédiatement. D'ailleurs il déterminait aussi, par l'abaissement presque instantané du niveau intérieur des eaux, une poussée du dehors au dedans sur les fermetures de flot de l'écluse d'entrée. Cette pression arrêtait les filtrations auxquelles ces fermetures auraient donné lieu dans les premiers temps des épuisements ordinaires.

Les mêmes chapelets (car c'était le système employé jusque dans ces derniers temps), enlevaient immédiatement d'abord le volume d'eau resté dans la forme; puis élevaient les eaux du réservoir, si le travail à faire exigeait beaucoup de temps. Dans le cas contraire, on conservait l'eau du réservoir pour remplir en partie la forme avant la sortie des bâtiments.

Ce réservoir occupait un grand espace dans un arsenal où il en manque; favorisait l'accès de l'eau sous le radier de la forme, ne dispensait pas d'ailleurs de l'emploi d'appareils d'épuisement pour l'asséchement et ne permettait que d'en abréger la durée ; par tous ces motifs, on y a renoncé il y a longtemps.

Toutefois, l'idée ingénieuse de Grogniard peut être appliquée éventuellement dans le cas de contiguïté de plusieurs formes, en ménageant entre elles des communications facultatives pour déverser une partie des eaux de la forme à mettre en service, dans les autres formes qui seraient inoccupées et qu'on assécherait ultérieurement à loisir.

Épuisements des eaux des formes dans les ports *sans marées.*

Les bagnes encore existants dans beaucoup de ports militaires, les vastes ressources qu'y procure presque instantanément le personnel en ouvriers libres, avaient fait adopter presque partout, pour l'asséchement des formes et réservoirs attenants, des pompes aspirantes et des chapelets mus par des hommes. On trouvait d'ailleurs dans le nombre variable des machines en jeu, dans les forces et vitesses variables de ce genre de moteur, toutes les combinaisons nécessaires pour un épuisement dans lequel les tranches d'eau à enlever variaient elles-mêmes d'étendue, en même temps que la hauteur d'élévation des eaux augmentait progressivement depuis 0 jusqu'à 8 et 9 mètres. Mais à Toulon même ce mode d'épuisement a été abandonné.

M. l'Ingénieur Bernard y avait constaté que 24 chapelets verticaux, manœuvrés chacun par 16 forçats relayés d'heure en heure, et formant ensemble 896 hommes, mettaient 10 heures à assécher la forme Grogniard, c'est-à-dire à élever 5,000 mètres cubes à 4 mètres de hauteur moyenne. Ainsi l'effet utile, par jour, n'était par forçat que de 22 mètres cubes élevés à 1 mètre, au lieu de 80 et 100 mètres cubes qui est le taux de bonnes machines d'épuisement manœuvrées par des hommes *libres à la tâche.*

Les 28 chapelets occupaient un vaste espace, dont le revêtissage, à raison de la profondeur et de l'imperméabilité nécessaires, avait été évalué par M. Bernard, pour frais de construction, à la somme énorme de 300,000 fr., à laquelle il y avait à ajouter 100,000 autres francs pour les appareils eux-mêmes et le bâtiment d'abri.

Aussi cet Ingénieur a proposé, pour l'asséchement en commun de l'ancienne forme Grogniard et des deux nouvelles (dont une vient d'être achevée), l'emploi d'un petit nombre de pompes d'un fort diamètre avec cylindres et tuyaux métalliques. Elles occupent un minimum d'espace, et sont manœuvrées par une machine à vapeur de la force de 20 chevaux, pourvue d'un rechange.

Cette machine a effectué, pendant la durée des travaux de la forme neuve, les épuisements, et la manipulation des mortiers pour bétons. Aujourd'hui elle sert de force motrice, toutes les fois qu'il n'y a pas d'épuisements à faire, aux diverses machines de détail d'un grand atelier de métaux, construit en arrière des formes. Ainsi il n'y a d'improductif que le capital absorbé par les pompes, par leur chambre et par les aqueducs d'évacuation. Ces aqueducs qui communiquent avec les trois formes servent du reste de réservoirs pour l'accumulation, pendant quelques jours, des eaux pluviales et de filtrations, et dispensent de les enlever au fur et à mesure.

La durée de l'asséchement d'une forme à Toulon est aujourd'hui réduite à 4 heures.

Le système de machines à vapeur motrices, celui des transmissions de mouvement aux pompes élévatoires, le nombre de ces dernières qui fonctionneront simultanément, doivent d'ailleurs se coordonner avec les conditions spéciales de l'opération, dont on a déjà donné ci-dessus un aperçu. Ainsi les machines motrices, dont la *force moyenne* dépend du volume d'eau maximum à élever à une *hauteur moyenne*, et dans un *temps déterminé*, seront susceptibles de varier de force et de vitesse entre certaines limites, et, s'il est possible, du simple au double. Les appareils d'épuisement devront d'autre part se charger progressivement d'une moindre quantité d'eau dans l'unité de temps, et ralentir leur vitesse de marche.

Du reste, le temps de l'asséchement des formes, qui ne saurait dépasser 7 à 8 heures pour les *simples visites de bâtiments*, pourra sans inconvénient être de 15 et même 20 heures pour des navires qui ont plusieurs mois à séjourner dans les formes.

**Puisard ou chambre des machines d'écoulement.**

Le puisard ou chambre des machines élévatoires, dont les configurations et les dimensions dépendront du genre, de la grandeur et du nombre de ces machines, sera du reste le plus rapproché que possible à la fois de la mer et de la forme à assécher. On évitera ainsi de longs aqueducs très-coûteux dont la pente d'écoulement viendrait d'ailleurs s'ajouter à la hauteur d'élévation des eaux.

Le fond du puisard sera au moins de 80 centimètres au-dessous du seuil de l'aqueduc d'arrivée des eaux, de manière que celles-ci y déposent les troubles qui engageraient les machines d'épuisement. On a soin, de plus, de garnir d'un treillis métallique la tête des aqueducs de communication avec la forme. Enfin une ventelle sert à intercepter instantanément le passage.

La section minimum des aqueducs d'arrivée des eaux se règle d'après leur pente, et le volume d'eau maximum à conduire dans un temps déterminé, soit pour l'assèchement, soit pour le remplissage, quand ils ont aussi cette dernière destination.

Épuisements des eaux des formes dans les ports *à marées*.

L'épuisement des formes dans les ports *à marées*, facilité par l'écoulement naturel du volume d'eau supérieur au niveau des basses mers, est retardé aussi par la même cause. Car, si l'on profite de cette évacuation spontanée, l'assèchement artificiel ne commencera que 6 heures après l'entrée du bâtiment; et si cette opération dure 5 à 6 heures, le bâtiment ne sera à sec que 11 à 12 heures après avoir franchi l'écluse.

Un pareil délai n'a aucun inconvénient pour les navires à *radouber*, ainsi qu'il a été dit précédemment; mais il serait trop long pour de *simples visites*. Ainsi les moteurs, appareils d'épuisement, pour les formes de *visite* des ports *à marées*, devront fonctionner immédiatement après l'entrée des vaisseaux, et de manière que l'opération soit effectuée en 7 à 8 heures au plus comme dans les ports *sans marées;* ou bien ils devront être établis sur une échelle telle que l'épuisement soit achevé en 1 ou 2 heures *après la basse mer*.

Mais quelle que soit l'époque où les épuisements commenceront, ils devront être disposés de manière à ce que les *eaux ne soient jamais élevées que de la différence entre le niveau de la nappe liquide qui s'abaisse continuellement à l'intérieur de la forme, et le niveau variable des marées à l'extérieur*.

Feu M. Marestier, l'un des ingénieurs les plus distingués que le Corps du Génie maritime ait eus, paraît être le premier qui ait envisagé sous ce point de vue la question des épuisements.

L'importance en est telle, que, d'après des calculs incontestables faits pour l'établissement des machines et pompes élévatoires de la nouvelle forme sèche du port de Lorient, la dépense d'épuisement dans un temps donné a été réduite à la moitié de ce qu'elle eût été; si, comme dans la plupart des anciennes formes de radoub, le dégorgement des eaux d'épuisement avait été placé *au dessus du niveau des hautes mers*.

Déjà l'on avait cherché à restreindre la hauteur d'ascension des eaux en plaçant leur dégorgement à une certaine profondeur en *contre-bas du niveau des hautes mers*, telle, par exemple, qu'avec la force disponible, les épuisements, étant commencés lorsque la mer aurait été descendue plus bas que le dégorgeoir, fussent terminés avant qu'elle n'y fût remontée dans sa marche ascendante. Mais cette combinaison ne s'adaptait qu'à un certain nombre de cas, et non à toutes les variations possibles dans la grandeur et le déplacement des navires admis, dans le volume d'eau à enlever, dans la durée de l'épuisement, enfin dans la dénivellation des marées.

Le mérite des vues de feu M. Marestier dépendait surtout de leur mise en pratique. Il fallait en effet, comme il a déjà été dit pour l'épuisement des ports *sans marées*, coordonner les forces motrices, transmissions de mouvement et machines élévatoires, de manière à pourvoir aux variations dans le volume des eaux et dans l'élévation de la hauteur des eaux. De plus, il fallait que cette hauteur fût toujours *un minimum*.

Les figures 707 des planches représentent l'installation extrêmement remarquable qui a été faite de 1829 à 1831, pour la nouvelle forme de radoub du port de Lorient, par M. Fauveau, Ingénieur des constructions navales. Elle a obtenu un succès tel, que d'après les observations faites en 1834 par M. Reech, Ingénieur du même corps et Directeur des études de l'École d'Application, sur le volume d'eau enlevé, les résultats ne diffèrent pas sensiblement de ceux que les calculs antérieurs avaient indiqués.

Figures 707 des planches.

Appareil d'épuisement exécuté par M. Fauveau, ingénieur des constructions navales, pour la forme de radoub de Lorient.

L'Appendice n° 4 du tome III du Programme contient la description détaillée de cet appareil, ainsi que le résumé des observations ci-mentionnées.

Il a fonctionné avec une seule machine à feu *locomobile* de la force de 6 chevaux pendant les dernières années de l'exécution de la forme de Lorient, pour les épuisements intermittents des eaux de filtration à travers le grand batardeau d'enceinte représenté figures 222 des planches. La machine motrice était appliquée au corroyage des mortiers à l'aide de tonneaux, pendant les intervalles de repos de ces épuisements.

Figures 222 des planches.

Les conditions posées étaient que le temps d'assèchement de la forme fût au plus de 12 heures après l'entrée des bâtiments.

En combinant les lois d'ascension des marées, d'une part avec les décroissements des surfaces des tranches d'eau dans l'intérieur de la forme; et d'autre part avec l'approfondissement progressif du niveau des eaux au fur et à mesure des épuisements; on était arrivé par des considérations de

*maxima* et de *minima*, à reconnaître : qu'avec une force motrice d'un effet utile *moyen* de 1,800 tonneaux d'eau élevés à 1 mètre par demi-heure, l'épuisement, *pour être réduit au minimum*, ne devait commencer (en ne tenant pas compte du volume d'eau déplacé par le navire) qu'à la *dixième demi-heure de marée descendante.*

Cet effet utile réclamait une force de 12 chevaux-vapeur mesurée sur l'arbre du volant. Mais comme une force motrice moindre pouvait suffire pour les navires à *radouber*, et qu'il était avantageux que cette force pût être *amovible* et utilisée lorsqu'il n'y aurait pas d'épuisements à faire, on s'était arrêté à deux machines *locomobiles* à rotation fonctionnant à 5 atmosphères de pression, sans condenseur, lesquelles, exécutées dans les ateliers de MM. Maudslay à Londres, ont été payées 24,000 fr. chacune prise à Londres.

Le maximum de force vive de ces machines, déterminé par le frein de Prony, correspondait à environ 45 tours par minute ; mais à 30 ou 60 tours du volant, la force développée ne différait pas beaucoup de celle qui correspondait à 45 tours. Ainsi, le moteur, plus ou moins activé par le chauffage, pouvait déjà produire une vitesse variable du simple au double.

Le système de transmission de mouvement aux pompes imaginé par M. Fauveau, et le nombre des pompes porté à quatre, ont complété les variétés de vitesse nécessaires de 1 à 9.

On a satisfait à la condition du minimum de hauteur d'élévation des eaux, en établissant dans le puisard des pompes un diaphragme imperméable en bois, sur lequel les corps de pompes sont attachés ; les tuyaux d'aspiration traversent le diaphragme et descendent jusqu'au fond du puisard. La partie du puisard supérieure à ce même diaphragme est en communication avec la mer ; la partie inférieure, avec les eaux de l'intérieur de la forme.

Chaque corps de pompe porte dans sa partie supérieure une chopine dormante ou soupape avec clapets mobiles de bas en haut et en forme de secteurs. Au-dessous de cette chopine monte et descend une heuse, piston ou chopine mobile avec clapets *en secteurs* également mobiles de bas en haut. La tige de ce piston est manœuvrée par les transmissions de mouvements partant des machines motrices.

Le piston, en s'élevant, soulève une colonne d'eau de la *marée*, de toute la hauteur de sa course ; et l'eau de la forme s'introduit de bas en haut dans les corps de pompes, et en remplit le vide. Lorsque le piston descend, l'incompressibilité de l'eau et l'action de la force motrice forcent cette eau, ainsi

introduite, de soulever les clapets *rayonnants* du piston, et de s'élever au-dessous. A la remontée du piston, cette eau se répand dans la mer, dont l'étendue est presque infinie relativement au volume d'eau qui passe ainsi à chaque coup de piston des pompes.

Ce système d'épuisement qui va être établi pour l'asséchement de la forme de Cherbourg, est susceptible, sur une moindre échelle, d'un grand nombre d'applications dans les ouvrages hydrauliques exécutés par batardeaux.

On peut restreindre davantage encore la hauteur moyenne d'élévation des eaux par un expédient que MM. les Ingénieurs Virla et Grenet avaient imaginé à Cherbourg, pour l'enlèvement des eaux pluviales et de sources dans les fouilles en exécution au nouvel arrière-bassin de flot.

Il consiste à interposer, entre les pompes et la mer, un réservoir d'une étendue superficielle déterminée, et dont la plate-forme soit au niveau des plus basses mers avec lesquelles il communique par des clapets à charnières se levant de dedans vers le dehors. La mer ferme elle-même ces clapets quand son niveau à l'extérieur du réservoir est plus haut que celui des eaux accumulées à l'intérieur par les versements des pompes.

En effet, si le réservoir est d'une capacité suffisante, les produits des pompes monteront moins vite *au-dessus des basses-mers* que les marées ne montent à l'extérieur, et ils s'écouleront par les clapets dès que la marée descendante sera arrivée plus bas que le niveau des eaux accumulées. On peut épargner ainsi plus que la demi-hauteur de la dénivellation de la marée, et ce résultat est très-important, surtout pour les épuisements à petite profondeur et d'un médiocre produit.

L'emploi des machines à vapeur à l'asséchement des formes est presque général aujourd'hui.

Aux ports anglais de Sheerness et de Chatam, une machine de la *force de* 50 *chevaux* est affectée aux épuisements de trois formes contiguës.

Dans quelques arsenaux, on a appliqué des machines à rotation fixe et amovibles comme celles de la forme de Lorient; dans d'autres, on s'est servi de machines fixes *spéciales aux épuisements* où les pistons des pompes et celui du cylindre moteur sont attachés l'un à l'autre, et ont la même course. Mais ces derniers appareils ont une marche irrégulière et saccadée, et sont sujets à des réparations continuelles. D'ailleurs, comme ils ne fonctionnent que pour les épuisements, l'intérêt des capitaux engagés et les frais d'entretien se répartissent seulement sur le nombre de fois que l'appareil est en action. Cette circonstance peut compenser et au

Genre de construction des formes sèches.

delà le moindre prix d'achat et la moindre dépense en combustible.

Les écluses d'entrée des formes sont dans le même genre de construction que les écluses des bassins de flot. Les puisards ou chambres de pompes devant être à l'abri des filtrations, ne sauraient être exécutés qu'en maçonnerie hydraulique, en béton ou en parois métalliques. Le bois y pourrirait très-rapidement, et serait de plus exposé aux ravages des vers marins.

Le revêtissage des parois intérieures de l'enceinte des formes ne comporte guère non plus que des maçonneries hydrauliques, ou des parois métalliques recouvrant des massifs de moellons ou de béton. Le plat-fond d'une ancienne forme exécutée sur la rive gauche du port de Brest avait été couvert d'un plancher en bois. Mais sa tendance continuelle à émerger, y fit renoncer.

Toutefois, l'on avait projeté de semblables revêtissages pour les paliers des banquettes inférieures en maçonnerie, des nouvelles formes de l'arsenal d'Anvers, probablement pour prévenir les épauffrures des pierres, et rendre plus facile la tenue des taquets de l'emplantrure des accorages.

La quatrième et dernière forme de Recouvrance à Brest avait été excavée presque entièrement dans un rocher schisteux généralement très-dur. On avait taillé les gradins et paliers dans ce rocher parementé, afin d'économiser le revêtissage en maçonnerie. Ce travail, fait avec le plus grand soin par des condamnés qui y étaient exercés, avait éprouvé de grandes entraves par suite des variations de gisement et d'épaisseur des bancs schisteux, de leur inégale dureté et des nombreux fils par lesquels des sources se faisaient jour. Le schiste des gradins s'étant altéré à l'air, et s'étant dégradé après la mise en service de la forme, on s'est décidé à construire successivement un revêtissage en pierres de taille aux divers paliers de banquettes.

La pierre de taille pourrait, à la rigueur, être restreinte, dans les formes sèches, aux arêtes saillantes et rentrantes des escaliers, gradins et encoignures des parois intérieures. Le reste des parements pourrait être en maçonnerie de moellon ou de briques dures surcuites, à l'instar de ce qui a été fait dans plusieurs ports de commerce.

Toutefois, dans la plupart des formes des arsenaux maritimes, à l'étranger comme en France, la totalité des surfaces apparentes a été exécutée en pierres de taille afin d'opposer plus de résistance aux chocs. L'excédant de dépense qui en résultait était d'ailleurs une partie très-faible de l'ensemble des travaux; car le prix des formes existantes a varié de 600 mille francs à 4 millions l'une.

On a soin, du reste, d'arrondir en quarts de cercle de $0^{m},06$ au moins de rayon toutes les arêtes saillantes des pierres, afin d'éviter les épauffrures.

L'emploi d'une couche épaisse de béton pour le radier, et en dedans des parois montantes des formes, au moins jusqu'au niveau des basses mers, est une excellente précaution. On conseille de garantir le béton lui-même pendant son durcissement, par des toiles goudronnées appliquées au-dessous et en arrière, contre la poussée des filets d'eau de bas en haut.

La grande profondeur des formes, relativement aux terre-pleins environnants, les expose bien plus encore à la charge hydrostatique des sources élevées qu'à celles des marées. Un petit aqueduc de ceinture à l'extérieur de la forme, posé à sec, ou percé d'un grand nombre de créneaux, sera très-utile pour conduire directement à la mer les eaux de ces sources. On remarque des aqueducs de cette espèce aux formes de Rochefort, et aux nouvelles formes de Chatam et de Sheerness en Angleterre.

Le célèbre Grogniard, pour rendre le radier de la forme de Toulon plus résistant à l'action de bas en haut d'une lame d'eau qui serait parvenue sous la surface de jonction avec le terrain, avait établi un arc elliptique renversé dans l'épaisseur du radier, et avait composé cet arc de pierres de taille entaillées à queue d'hironde, et liées par de larges boutisses au reste de la maçonnerie du radier et des bajoyers. Figures 706 des planches. Figures 705 des planches.

Mais cet arc a déterminé une solution de continuité dans le corps des maçonneries, et n'a pu prévenir les fissures longitudinales et transversales par lesquelles les eaux se sont fait jour dans la forme. Il est possible même que la charge des bajoyers sur les naissances de l'arc renversé ait contribué à le faire remonter vers la clef.

Mode d'exécution des formes sèches.

Les formes sont considérées comme des ouvrages hydrauliques du premier ordre, par les difficultés et les dépenses de leur exécution.

Les actions alternatives du poids considérable que le plat-fond des formes supporte sur les rives quand leur enceinte est à sec; et dans la partie centrale, quand un navire y est échoué; les charges d'eau extérieures, provenant de sources éloignées ou de la mer, lorsque les formes sont à sec, tendent à déliaisonner ces vastes nappes oblongues de maçonnerie. Ces maçonneries sont rarement, d'ailleurs, exécutées sans la présence permanente de l'eau qui délave les mortiers et traverse les bétons encore mous.

Le nombre énorme de lits et joints que présentent les parois d'une forme rend presque impossible leur remplissage intime en coulis hy-

drauliques, il suffit de la maladresse d'un seul ouvrier pour frayer une route aux filtrations. Aussi il n'est pas de forme où il ne se soit manifesté quelque jet ou suintement d'eau.

Les formes existantes présentent au reste les mêmes systèmes de fondation que les autres ouvrages hydrauliques.

Ainsi les formes de Cherbourg, la forme du *Salou* pour frégates au port de Brest, le groupe sud des formes de Recouvrance au même port, la forme de Lorient, ont été excavées dans le rocher en tout ou en partie, et ont été exécutées à l'aide de batardeaux insubmersibles.

Figures 222 des planches.

Les figures 222 des planches représentent le grand batardeau qui avait été établi pour la construction de l'écluse de la forme de Lorient, et qui n'était composé que d'une seule paroi en billons du Nord jointifs avec étrésillonnages intérieurs.

Le groupe des formes nord de Recouvrance a été exécuté sur un grillage général piloté. L'ouvrage intitulé : *Description des formes de Brest*, publié par l'Ingénieur Choquet de Lindu, en 1757, donne les détails des travaux exécutés. Ce grillage avait employé, pour une seule forme, 1,542 stères de bois pour pilotis, et 856 stères pour grillage. Il a fallu, indépendamment d'un grand batardeau général extérieur, construire par parties à l'aide de batardeaux partiels d'enveloppe.

Le même genre de fondations sur pilotis a été adopté :

1° En Angleterre, par le célèbre Rennie pour les nouvelles formes de Chatam et de Sheerness qu'il fallait construire sur un sol vaseux ;

2° A Anvers, par les Ingénieurs français, pour les nouvelles formes entreprises avant 1814.

Mais la disposition prise à Anvers pour le bordé du grillage est bien meilleure que dans les formes anglaises : en ce que le bordé est, à Anvers, placé au-dessous du grillage, et prévient ainsi beaucoup mieux les filtrations et le soulèvement de bas en haut.

Une autre différence, à l'avantage des formes d'Anvers, c'est que le minimum d'épaisseur des maçonneries du radier y est de $1^{m},20$ au plat-fond de l'enceinte, et de 3 mètres à l'écluse ; tandis que dans les formes anglaises il est uniformément de 80 centimètres, cote qui paraît beaucoup trop faible.

Au reste, les rangs de pilotis doivent être plus serrés dans l'axe de la forme, sous les banquettes des accorages latéraux, et sous les bajoyers.

La figure 708 des planches est le plan de situation des travaux des formes d'Anvers en 1813. Figures 708 des planches

L'ouvrage publié en 1822 par feu M. l'Ingénieur Boistard, intitulé *Recueil d'expériences et observations*, fait connaître les difficultés qu'on avait éprouvées dès l'origine, par le voisinage de plusieurs grandes nappes d'eau, par la nature sablonneuse du fond et par l'abondance des sources, dont une seule était de 40 pouces d'eau (760 mèt. cubes en 24 heures), et exigeait plus de 260 hommes aux épuisements. Les talus des tranchées s'éboulaient journellement et le fond se relevait au fur et à mesure des déblais. On n'était parvenu à arrêter ces derniers effets que par des rangées extérieures d'enceinte en palplanches jointives, remblayées en arrière par de la terre glaise.

Les deux vieilles formes de Rochefort, placées à la suite l'une de l'autre dans le même axe, ont été construites de 1683 à 1689, et sont à peine aujourd'hui susceptibles de recevoir des vaisseaux de quatrième rang. La forme supérieure reposait sur un terrain assez ferme; la forme inférieure s'appuyait, dans sa moitié longitudinale nord, sur le rocher; et dans sa moitié longitudinale sud, sur un terrain peu résistant.

Un grillage intermédiaire entre le radier et le terrain n'ayant pu résister au soulèvement de bas en haut, fut reconstruit en 1720 et revêtu d'une assise d'appareil dans laquelle on avait ménagé des trous pour le passage des eaux de sources qui se rendaient au puisard des pompes.

Déjà du temps de Bélidor on se plaignait de l'énorme quantité de leurs produits. En 1775, on abaissa le seuil trop élevé de la forme supérieure et de l'écluse intermédiaire, et l'on refit un nouveau radier sur plate-forme pilotée. Ce radier fut construit en arc renversé de 1 mètre de flèche sur $13^{m},70$ d'ouverture avec 1 mètre d'épaisseur à la clef. Les travaux eurent du succès. On entoura en même temps les maçonneries des deux formes d'un aqueduc de ceinture, qui devait recevoir les eaux avant qu'elles ne parvinssent aux maçonneries, et les conduire au puisard.

Vers la même époque, on reconstruisit aussi le radier de la forme inférieure en arc renversé de $1^{m},30$ de flèche sur 14 mètres de corde et $1^{m},80$ d'épaisseur à la clef, et l'on renouvela une grande partie des revêtements des gradins intérieurs.

L'inégalité de résistance du sol, la répartition inégale de charges très-différentes sur le radier et sur les bajoyers, les solutions de continuité, et le défaut d'adhérence des anciennes et des nouvelles maçonneries, expliquent la continuation des filtrations que M. l'Ingénieur en chef Matthieu

n'a pu qu'incomplétement étancher en 1818, par le procédé d'injection de M. Bérigny, pratiqué *à sec*.

Le système de fermetures avec portes tournantes a été remplacé, en 1820, par un bateau-porte, projeté par M. l'Ingénieur Matthieu.

Première et ancienne forme de Toulon, construite par le célèbre Grogniard.

On a déjà donné précédemment des détails relativement au vaste radeau sur lequel le célèbre Grogniard avait fait monter le fond et les zônes inférieures des parois montantes du caisson dans lequel devaient être élevées les maçonneries de la première forme de Toulon.

Le terrain sur lequel cet ouvrage devait être assis est composé, d'après la description que M. l'Ingénieur Bernard en a faite, de deux couches principales parfaitement distinctes.

La première est une vase spongieuse contenant des coquillages, des débris de végétaux et quelques parties de sable siliceux. Son épaisseur varie entre 5 et 11 mètres.

La deuxième couche, au-dessous de la précédente, qu'on appelle vulgairement *saffre*, est un gravier calcaire entremêlé d'argile, et son épaisseur est indéfinie.

La pente de la surface de jonction des deux couches varie entre 10 et 20 millimètres par mètre.

La consistance de la couche de saffre est très-variable : tantôt le gravier qui en forme l'élément principal est lié par un ciment calcaire et ressemble à une sorte de *poudding ;* tantôt il est sans cohérence.

Sur quelques points ce gravier est comme noyé dans une masse d'argile. Presque partout des bancs très-argileux succèdent à des bancs très-graveleux, et l'épaisseur des bancs varie de 70 centimètres à 2 mètres. Ainsi, ce terrain qu'on considère comme solide à Toulon, n'est ni homogène, ni incompressible.

M. l'Ingénieur Bernard citait à l'appui de ce fait : que 36 pieux de 25 à 30 centimètres de diamètre, et de 6 à 7 mètres de longueur, battus dans un espace de 36 mètres carrés, exhaussaient à peine de quelques centimètres la surface du sol, lequel se trouvait ainsi comprimé d'une quantité presque égale au volume des pieux.

Les piliers des cales couvertes de la darse neuve de Toulon, fondés sur le même terrain, qui, dans les premiers temps de leur construction, n'avaient éprouvé aucun tassement, s'affaissèrent par la suite, et successivement, de 2 jusqu'à 10 centimètres.

Grogniard, après le déblayement à l'aide de machines à draguer, d'en-

viron 29,000 mètres cubes de terre et sable vasard dans l'emplacement où le caisson de la forme devait être échoué, avait effectué le régalage et la compresssion du fond de la tranchée sous une charge 80 fois plus forte que celle que chaque zône *superficielle* avait à supporter d'après ses calculs, par le poids de la maçonnerie de la forme et par celui du plus grand vaisseau.

Ces opérations se firent : le régalage à l'aide d'un chariot sans fond, en forme de cheminée, de 10 mètres de longueur, 1m,80 de largeur et 8 mètres de hauteur; et la compression à l'aide d'une dame dont la base avait 1m,65 de longueur sur 1m,30 de largeur, et la tige 11m,50 de longueur et 0,50 en quarré.

La tête de la tige recevait le choc énorme d'un mouton pesant 15 quintaux métriques. On versait par la cheminée les matières qui devaient remplir les inégalités du fond, et la *dame* les comprimait ensuite.

Mais la compression, ayant eu lieu *successivement* sur toutes les zônes du terrain, était loin d'agir de la même manière que si elle eût *été simultanée* ; car le sol qui environnait la zône frappée se soulevait dans le premier cas presque sans obstacles.

Grogniard ne s'arrêta pas à cette seule précaution. Il fit plusieurs fois couler bas le caisson, de manière à ce qu'il se servît à lui-même de sonde et de niveau, et qu'il ne restât aucune aspérité qui eût pu le mettre en porte à faux. Grogniard fit plus encore; il chargea le caisson d'un poids plus fort de 500,000 quintaux métriques que le poids total des maçonneries de la forme et du plus grand vaisseau, et laissa ainsi le caisson surchargé pendant près six mois et portant sur le fond.

Malgré tant de soins, après la mise en service de la nouvelle forme, le radier fut légèrement soulevé; des fissures longitudinales et transversales s'y ouvrirent; et les filtrations devinrent bientôt si abondantes, qu'elles produisirent 106 mètres cubes d'eau par heure, et que 180 hommes employés sans relâche aux épuisements suffisaient à peine pour empêcher les eaux de dépasser le plat-fond de la forme.

Pendant plus de vingt ans, on s'était soumis à cette nécessité, lorsque feu M. l'Ingénieur Caron essaya d'y mettre un terme en recourant au système de *démolition partielle* des maçonneries lézardées du radier et à leur remplissage successif par du béton. Il obtint un succès presque complet, et les filtrations ont été réduites à 30 ou 40 mètres cubes d'eau par 24 heures.

M. l'Ingénieur Bernard attribuait les accidents survenus au bassin Grogniard :

grand batardeau insubmersible, de 162 mètres de développement, défendu vers le large contre les tempêtes par un briselame concentrique en bois, de 126 mètres de développement, établi à 30 mètres au large du batardeau principal. En dedans de ce dernier, et environ à 10 mètres, était un batardeau intérieur destiné à empêcher les eaux de filtrations de se répandre dans le reste de l'enceinte de 15,194 mètres quarrés de surface.

Figures 710 des planches. Les figures 710 des planches indiquent ces dispositions.

Les deux batardeaux et le briselame avaient été disposés en plan suivant des courbes paraboliques que le célèbre Thunberg, Ingénieur des travaux, avait supposées devoir être d'égale résistance. La hauteur d'eau invariable était de $8^m,12$ au maximum.

Figures 711 des planches. Le batardeau principal avait d'abord été formé de *fermes* que l'auteur appellait *chaises*. Immergées sur un grillage préalablement coulé au fond, ces fermes, bordées et lestées, étaient reliées par de nombreux cours de ventrières dont la pose et le clouage sous l'eau, à 6 mètres de profondeur, ont été faits à l'aide de procédés très-ingénieux et très-hardis

Figures 712 des planches. indiqués dans les fig. 712 des planches.

Les fermes du briselame, également lestées, avaient été faites de deux pieux inclinés perpendiculairement l'un à l'autre et reliés au sommet.

Figures 713 des planches. Nonobstant la prétendue forme d'égale résistance du batardeau, la partie centrale, fondée beaucoup plus bas, s'était détachée des deux ailes, et Thunberg fut forcé de la reconstruire, en composant chaque ferme de sept pieux inclinés vers l'intérieur qui soutenaient une pièce unique battue suivant une inclinaison *normale* à celle des pieux.

Malgré tout le talent déployé par Thunberg dans l'exécution des batardeaux et briselames, il est probable qu'on aurait atteint le même but avec plus d'économie par des batardeaux avec parois *verticales* convenablement étrésillonnées à l'intérieur.

Un ouvrage, daté de 1774, devenu très-rare, intitulé : *Description des procédés suivis aux formes de Carlscrona*, donne beaucoup de détails sur les machines et appareils employés par Thunberg. On en a extrait,

Figures 714 des planches. pour les figures 714 des planches, les grands *tubes à lunettes* pour voir sous l'eau, les *tonnes-batardeaux*, et les engins pour l'exploitation à la mine des roches sous l'eau; ces derniers moyens paraissent suppléés aujourd'hui par l'emploi de décharges galvaniques, essayé récemment en Angleterre sur les débris sous-marins du vaisseau le *Royal-Georges*.

L'ordre d'exécution le plus simple pour les formes construites à l'abri

de batardeaux, et qui cependant est susceptible de modifications et même d'interversion dans quelques cas, c'est: Ordre d'exécution des divers travaux de construction des formes.

1° La construction du puisard des pompes, et l'installation des appareils définitifs d'épuisement des eaux pour l'asséchement des formes, afin de les faire servir à l'enlèvement des eaux de filtrations pendant le cours des travaux;

2° Construction de l'écluse et établissement du bateau-porte et des portes tournantes, afin de réduire au minimum la durée des batardeaux principaux, surtout dans les ports où il existe des vers marins;

3° Construction de l'intérieur de la forme.

Pour les formes construites avec caissons fermés, ou sur massifs en béton, l'ordre suivi par MM. Grogniard et Bernard, à l'ancienne et aux nouvelles formes de Toulon, est parfaitement rationnel.

---

# RÉSUMÉ DE LA QUARANTE-UNIÈME LEÇON.

SUITE DES FORMES. — CALES-FORMES. — APPAREILS DE MATAGE. — FOSSES D'IMMERSION POUR LES BOIS. — ÉTABLISSEMENTS CIVILS DES ARSENAUX MARITIMES.

Couvertures des formes.

Figures 702 et 706 des planches.

Figures 715 des planches.

Les formes étaient anciennement couvertes, comme l'indiquent les figures 702 des planches, relatives aux formes de Carlscrona, et les figures 706 des planches, où se trouvent les anciennes couvertures des doubles formes de vaisseaux, et de la vieille forme de frégate de Rochefort. La figure 715 des planches reproduit le profil de la charpente exécutée par l'Ingénieur anglais Seppings, pour une forme de l'arsenal de Woolwich en Angleterre.

Le groupe nord des formes de *Recouvrance* à Brest, était abrité par une charpente que l'Ingénieur Chòquet de Lindu avait fait exécuter, et qui a eu de la célébrité. Élevée en 1760, elle n'a été démolie qu'en 1818.

Feu M. l'Ingénieur Trouille avait fait les projets d'un seul système d'abritement pour les quatre formes des deux groupes de *Recouvrance*.

Bien que les hangards d'abris des formes soient plus faciles à établir que ceux des cales, à raison de leur moindre hauteur au-dessus des terre-pleins, on y a renoncé presque partout, parce que :

1° Les toitures amovibles en dispensent pour les bâtiments à radouber et à refondre ;

2° Que la durée du séjour dans les formes, des bâtiments sous voiles ou en état d'armement, est trop courte pour qu'il y ait intérêt à les abriter ;

3° Que les toitures fixes ou mobiles diminueraient encore la clarté et la ventilation, déjà trop restreintes dans les formes ;

4° Que les toitures fixes, qui gênent beaucoup les travaux dans les formes, courraient de grands risques dans le chauffage des bâtiments, tandis que les toitures amovibles peuvent s'enlever auparavant ;

5° Enfin, parce que l'usage des formes est limité aujourd'hui à des radoubs de quelques mois, et aux visites et doublages des œuvres vives des navires.

Cales-formes. On a proposé : de transformer les avant-cales des cales de construction, et particulièrement celles qui sont reculées en entier dans les terre-pleins de rives, en demi-formes pour bâtiments du deuxième ordre, et, à cet effet, de construire deux murs imperméables de chaque côté de l'avant-cale ; d'exécuter également en maçonnerie imperméable la plate-forme inclinée des avant-cales ; enfin, d'établir des portes tournantes ou bateaux-portes à la tête des avant-cales ainsi enveloppées.

Dans les ports à marées, et lorsque le fond est solide et étanche, cette idée conçue par M. Segondat, Directeur des Constructions navales à Brest, pourrait être appliquée avec grand avantage, car elle rendrait productif le capital absorbé dans la construction des avant-cales. D'ailleurs le long séjour que font aujourd'hui sur les cales les navires construits ou remontés en dépôt, se concilierait très-bien avec des destinations temporaires pour les avant-cales.

Toutefois il y aurait à effectuer les opérations ordinaires de halage toutes les fois qu'on voudrait se servir des avant-cales dans les vives eaux ordinaires et pour des bâtiments d'un fort tirant d'eau. Or, la *mise en jeu* des appareils est beaucoup plus dispendieuse que le plus ou moins de durée de leur fonctionnement.

On a proposé aussi d'établir des cales dans le fond et sur les rives des formes sèches. Cette disposition aurait les avantages suivants, surtout dans les ports sans marées : de soustraire habituellement les avant-cales à l'action de l'eau ; et de rendre faciles leur suifage avant le lancement, et le doublage des navires immédiatement après cette dernière opération.

De plus, dans les ports de l'Océan, et moyennant un système de fermeture des formes qui soutiendrait à volonté l'eau du dedans et celle du dehors, on pourrait, en retenant dans la forme les eaux de la marée dans les vives eaux, lancer les bâtiments à toutes marées.

Mais à côté de ces avantages serait l'inconvénient de mettre dans une dépendance mutuelle les bâtiments sur les cales et ceux dans les formes. Toutefois, il serait moindre évidemment ici que dans les doubles formes.

Bélidor, au tome IV, paragraphes 904, 905, 907, de l'*Architecture hydraulique*, mentionne un projet emprunté aux écluses de navigation

intérieure, et qui a été reproduit depuis, d'abord par un sieur Morainville, et subséquemment il y a vingt ans, lorsqu'il a été question de créer une annexe au port de Toulon, sur la rive est de la rade à Castineau.

Système de formes dont le seuil est au-dessus du niveau des hautes mers.

Ce projet, indiqué dans les figures 716 des planches, consistait à établir un bassin de flot ou darse dont les parois auraient eu en hauteur plus du double du tirant d'eau d'un vaisseau de premier rang. Autour de sa partie supérieure eussent été groupées des formes sèches dont le radier d'écluse eût été au niveau des plus hautes mers.

Figures 716 des planches.

Les mouvements d'entrée et de sortie des navires auraient eu lieu comme suit :

Les navires seraient entrés comme à l'ordinaire dans le bassin de flot ou darse; puis, à l'aide d'un cours d'eau supérieur, ou de machines hydrauliques, on les eût fait monter avec l'eau du bassin, jusqu'à ce qu'il y eût eu une profondeur d'eau suffisante au-dessus du seuil des formes pour le passage. Cela fait, et les bâtiments étant entrés dans les formes, on eût fait écouler l'eau jusqu'à ce que son niveau eût été ramené à celui des hautes mers, et les formes fussent restées à sec. Une marche inverse aurait fait sortir et descendre les bâtiments.

Cette combinaison, d'une dépense énorme, qui exigerait des maçonneries d'au moins 15 mètres de hauteur et $7^{m},50$ d'épaisseur, serait toutefois susceptible d'application dans les localités où il y aurait des cours d'eau très-élevés, à l'aide desquels on remplirait le bassin commun.

Il est évident, du reste, que pour ne pas mettre toutes les formes dans la dépendance d'une seule, on aurait à munir chacune d'une fermeture spéciale de flot.

Le tableau final ci-dessous réunit les principaux renseignements qu'on a pu recueillir sur les formes existantes à l'étranger et en France.

| DÉSIGNATION DES FORMES. | DESTINATION des formes. | SYSTÈME de fermeture de l'écluse. | Longueur approximative de l'écluse suivant l'axe. | CONFIGURATION et débouché minimum de l'écluse — au niveau des terre-pleins. | au niveau du radier | SYSTÈME de fondation de l'écluse. | … d'e… au hau… me… de m… eau |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Ports sans marées à l'étranger.* | | | | | | | |
| Carlscrona en Suède. . . . . . . | Pour bâtiments de guerre du 1er rang. | Bateau-porte. | . . . | m. . . . . . . | m. . . . . . . | Sur rocher. | |
| Constantinople, dans la mer de Marmara . . . . . . . . . . . . | *Id.* | Portes à l'intérieur; bateau-porte à l'extérieur; | m. 32,50 | Radier en arc renversé en deçà et au delà des portes, 17,00 | 3,80 | Inconnu. | |
| *Ports sans marée en France.* | | | | | | | |
| Première forme de Toulon, exécutée par Grogniard. . . . . . . . . . | *Id.* | Bateau-porte | 18,00 | Radier plat, 17,00 | 15,00 | Par caisson sur le terrain naturel dragué et comprimé. | 5,2 |
| Deuxième et nouvelle forme de Toulon, projetée et exécutée par M. l'Ingénieur Bernard. . . . . . . . . . . | *Id.* | *Id.* | 16,20 | Radier plat, 17,00 | 14,00 | Fondé sur massif de béton de 3 mètres d'épaisseur, assis sur le terrain dragué et comprimé par pilotis. | 5,7 |
| Troisième forme de Toulon, en exécution. | *Id.* | *Id.* | *Id.* | *Id.* | *Id.* | *Id.* | 7,5 envir… |
| *Ports à marées à l'étranger.* | | | | | | | |
| Formes de Boston aux États-Unis d'Amérique. . . . . . . . . . . | *Id.* | . . . . . . . . . . | . . . | . . . . . . | . . . . . . | . . . . . . . . . . | . . . . |
| *Iles Britanniques.* | | | | | | | |
| Forme de Troon. . . . . . . . . | Pour bâtiments de commerce. | Portes tournantes. | . . . | 11,20 | 11,20 | . . . . . . . . . . | 4,0… |
| Forme de Leith en Écosse. . . . . | *Id.* | *Id.* | . . . | 10,36 | 10,36 | . . . . . . . . . . | . . . . |
| Forme de Dundée en Écosse. . . . . | Pour plusieurs bâtiments de commerce à la fois. | . . . . . . . . . . | 21,00 | 12,40 | 11,20 | Rocher. | . . . . |
| *Formes de Liverpool.* | | | | | | | |
| Formes de Clarence. . . . . . . . | *Id.* | *Id.* | . . . | 13,73 | 13,73 | . . . . . . . . . . | 3,10 |
| Formes de Canning. . . nº 1. . . | *Id.* | *Id.* | . . . | 10,50 | 10,50 | . . . . . . . . . . | 2,05 |
| nº 2. . . | *Id.* | *Id.* | . . . | 11,00 | 11,00 | . . . . . . . . . . | 2,35 |
| nº 3. . . | *Id.* | *Id.* | . . . | 10,90 | 10,90 | . . . . . . . . . . | 1,70 |
| Formes du dock de la reine nº 4. . . | *Id* | *Id.* | . . . | 12,80 | 12,80 | . . . . . . . . . . | 2,70 |
| nº 5. . . | *Id.* | *Id.* | . . . | 12,80 | 12,80 | . . . . . . . . . . | 2,70 |
| Formes de Brunswick. . . . . . . | *Id.* | *Id.* | . . . | 12,80 | 12,80 | . . . . . . . . . . | 3,73 |
| Forme de Bristol. . . . . . . . | *Id.* | *Id.* | . . . | 16,40 | 16,40 | . . . . . . . . . . | . . . . . |
| *Arsenaux maritimes.* | | | | | | | |
| Forme couverte de Woolwich. . . . | Pour vaisseaux de 1er rang. | . . . . . . . . . . | . . . | 13,55 | 10,86 | . . . . . . . . . . | . . . . . |
| Formes neuves des Arsenaux de Chatam et Sheerness. . . . . . . . . | *Id.* | *Id.* | 23,50 | Radier en arc renversé au delà des enclaves des portes. 10,70 | 4,00 | Fondation sur grillage piloté. | . . . . . |
| *Formes de Plymouth.* | | | | | | | |
| Première forme construite de 1793 à 1797. . . . . . . . . . . . | *Id.* | . . . . . . . . . . | . . . | 16,74 | 16,74 | . . . . . . . . . . | . . . . . |

| [illegible] … aux … vive eau. | HAUTEUR du mur de chute du radier de l'écluse vers l'intérieur de la forme. | LARGEUR approximative de l'intérieur de la forme — au milieu de la longueur dans le plat-fond. | LARGEUR approximative de l'intérieur de la forme — au niveau des terre-pleins. | LONGUEUR approximative de l'intérieur de la forme — depuis le mur de chute de l'écluse jusqu'au fond. | LONGUEUR approximative de l'intérieur de la forme — au niveau des terre-pleins. | PROFONDEUR maximum en contre-bas des terre-pleins. | SYSTÈME des gradins intérieurs. | MODE de fondation de l'enceinte de la forme. | DÉPENSE totale de construction approximativement, non compris les fermetures et appareils d'assèchement. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ......... | ...... | ...... | ...... | ...... | ....... | ........ | Sur rocher. | |
| | ......... | m. 16,00 | m. 26,00 | m. 60,00 | m. 65,50 | m. 10,00 | Gradins élevés et inégaux. | Inconnu. | |
| 5,70 | m. 0,90 | 8,45 | 23,40 | 65,30 non compris l'espace à gagner dans l'écluse. | 66,30 | 7,80 | *Id.* | Fondation comme à l'écluse, par caisson, sur le terrain dragué et comprimé. | Près de 3,000,000 f. |
| 6,20 | 1,00 | 7,00 | 23,00 | 60,30 non compris l'espace disponible dans l'écluse. | 64,80 | 9,00 | *Id.* | Fondation sur massif de béton de 3 mètres d'épaisseur, assis sur le terrain dragué et comprimé par pilotis. | 1,700,000 f. y compris le bénéfice dû à l'emploi des forçats. |
| 8,00 environ. | *Id.* | *Id.* | *Id.* | *Id.* | *Id.* | 10,75 | *Id.* | *Id.* | |
| 5,10 | ......... | ...... | 24,00 | ...... | ...... | ....... | ........ | ............ | 3,800,000 |
| ... | ......... | ...... | ...... | ...... | ...... | ....... | Gradins égaux en hauteur. | | |
| ... | ......... | 13,42 | 21,64 | ...... | ...... | ....... | Gradins en trois groupes, composés chacun de gradins égaux. | | |
| ... | 1,00 | 10,00 | 21,00 | 84,00 | 88,00 | ....... | *Id.* | Sur rocher. | |
| ... | ......... | ...... | m. 22 à 24 | ...... | jusqu'à 20 m. de longueur. | ....... | Gradins égaux. | | |
| ... | ......... | 12,80 | 20,40 | ...... | ...... | 7,93 | Gradins égaux. | | |
| ... | ......... | 8,00 | 28,20 | depuis les portes, 57,00 | depuis les portes, 73,00 | 9,60 | Gradins égaux. | Fondation sur grillage piloté. | |
| ... | ......... | ...... | 26,00 | ...... | 79,00 | ....... | ........ | ............ | 1,404,250 |

| DÉSIGNATION DES FORMES. | DESTINATION des formes. | SYSTÈME de fermeture de l'écluse. | Longueur de l'écluse suivant l'axe | CONFIGURATION et débouché minimum de l'écluse | | SYSTÈME de fondation de l'écluse. | PR… d'eau d… |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | au niveau des terre-pleins. | au niveau du radier. | | aux haute… men… de mo… eau |
| Deuxième forme, dite de l'Union. . . | Pour vaisseaux de 1er rang. | . . . . . . . . . . | . . . | m. . . . . . . | m. . . . . . . | . . . . . . . . . . . | . . . |
| Troisième forme. . . . . . . . . | Pour vaisseaux de 74. | . . . . . . . . . . | . . . | . . . . . . | . . . . . . | . . . . . . . . . . . | . . . |
| *Belgique.* | | | | | | | |
| Formes en exécution à Anvers en 1814. | Pour vaisseaux de 1er rang. | Bateau-porte | m. 15,00 | Radier en en arc renversé. 15,00 | 8,00 | Massif en maçonnerie sur grillage piloté. | m. 6,00 |
| *Formes des ports de France.* | | | | | | | |
| Forme projetée au Havre par M. l'ingénieur Frissard. . . . . . . . . | Pour bateaux à vapeur de long cours. | Portes tournantes. | 17,50 | Radier plat, 17,60 | 17,60 | Fondation en béton sur le sol naturel. | 4,20 |
| *Arsenaux maritimes.* | | | | | | | |
| Forme sèche du nouvel arsenal de Cherbourg. . . . . . . . . . | Pour vaisseaux de 1er rang. | Bateau-porte. | 14,50 | Radier plat, 19,72 | 16,86 | Rocher. | 4,80 |
| *Port de Brest.* | | | | | | | |
| Forme de visite sur la rive gauche dite de Brest, exécutée par Grogniard, en 1780. . . . . . . . . . . . . | *Id.* | *Id.* | . . . | Radier en arc renversé. 18,70 | 17,06 | . . . . . . . . . . . | 6,45 |
| Forme du Salou pour frégates, exécutée de 1822 à 1825. . . . . . . . | Pour frégates. | *Id.* | 10,00 | Radier plat, 16,00 | 13,9 | Rocher. | 2.87 |
| *Groupe nord des formes de Recouvrance.* | | | | | | | |
| Forme d'entrée, dite n° 2, construite en 1757. . . . . . . . . . | Pour vaisseaux | Portes tournantes. | 24,40 | Radier plat, 17,08 | 12,00 | Grillage piloté | 5,20 |
| Forme postérieure, dite n° 3, de même âge. . . . . . . . . . . | *Id.* | *Id.* | 14,40 | 17,08 | 12,00 | . . . . . . . . . . . . | 5,20 |
| *Groupe sud des formes de Recouvraace.* | | | | | | | |
| Forme d'entrée n° 1, exécutée en 1757. | *Id.* | Bateau-porte. | 17,60 | 17,80 | 10,20 | Rocher. | 5,90 |
| Forme postérieure, dite n° 4, terminée en 1819. . . . . . . . . . . . | *Id.* | Portes tournantes. | 14,10 | 18,00 | 11,00 | Rocher. | 5,10 |
| *Port de Lorient.* | | | | | | | |
| Forme neuve, exécutée de 1820 à 1833. | *Id.* | Bateau-porte. | 12,60 | 10,89 | 15,49 | Rocher. | 5,38 |
| *Port de Rochefort.* | | | | | | | |
| Vieille forme couverte, construite en . . . . . . . . . . | Pour frégates. | Portes tournantes. | 17,50 | 14,30 | 11,00 | . . . . . . . . . . . | . . . . |
| *Groupe de formes doubles couvertes.* | | | | | | | |
| Forme à l'entrée. . . . . . . . | Pour vaisseaux de 4e rang. | Bateau-porte; précédemment portes tournantes. | 19,50 | 15,50 | 12,50 | Maçonnerie sur le terrain naturel. | 3,30 |
| Forme du fond. . . . . . . . . . | *Id.* | Portes tournantes. | 13,00 | 15,20 | 15,90 | Maçonnerie sur grillage piloté | 3,00 |

| …MER … l'axe …ier — aux basses mers de vive eau. | HAUTEUR du mur de chute du radier de l'écluse vers l'intérieur de la forme. | LARGEUR de l'intérieur de la forme — au milieu de la longueur dans le plat-fond. | LARGEUR de l'intérieur de la forme — au niveau des terre-pleins. | LONGUEUR de l'intérieur de la forme — depuis le mur de chute de l'écluse jusqu'au fond. | LONGUEUR de l'intérieur de la forme — au niveau des terre-pleins. | PROFONDEUR maximum en contre-bas des terre-pleins. | SYSTÈME des gradins intérieurs. | MODE de fondation de l'enceinte de la forme. | DÉPENSE totale de construction. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| …. | ………… | …… | m. 24,50 | …… | m. 73,00 | | | | |
| …. | ………… | …… | 20,00 | …… | 59.00 | | | | |
| …. | m. 1,50 | m. 11,20 | 24,00 | m. 64,00 | 70,10 | m. 10,00 | Gradins inégaux. | Fondation en maçonnerie sur grillage piloté avec plusieurs rangées de palplanches sur le pourtour. | |
| …. | 1,50 | 9,60 | 18,00 | 63,00 | 63,60 | 8,80 | Gradins égaux. | Fondation en béton sur le terrain actuel. | |
| m. 1,00 | 1,00 | 8,00 | 24,00 | 59,30 | 67,60 | 9,50 | Gradins inégaux. | Rocher. | 371.000 f. non compris les dépenses pour batardeaux. |
| 1,72 | ………… | …… | …… | …… | …… | 10.00 environ. | *Id.* | *Id.* | |
| 2,25 | 1,60 | 3,00 | 20,00 | 60,70 | 65,40 | 7,60 | *Id.* | *Id.* | |
| 0,07 | 1,20 | 2,60 | 22,60 | jusqu'à la tête des enclaves de la forme postérieure. 62,40 | 62,40 | 8,94 | *Id.* | Fondation sur grillage piloté. | |
| *Id* | 1,20 | 2,60 | 22,60 | 63,10 | 66,70 | 8,63 | *Id.* | *Id.* | |
| 0,77 | 0,70 | 3,00 | 22,60 | jusqu'à la tête de l'écluse intermédiaire. 64,00 | 64,00 | 9.45 | *Id.* | Rocher | |
| 0,65 | 1,80 | 3,00 | 22,65 | 68,50 | 73,5 | 9,20 | *Id.* | *Id.* | |
| 1,94 | 1,28 | 3,00 | 22.14 | 69,00 | 72,93 | 10,50 | *Id.* | *Id.* | 1,800.000 y compris le bénéfice dû à l'emploi des forçats. |
| …. | ………… | 14,80 | 20,00 | 57,80 | 61.80 | 6,00 | *Id.* | | |
| …. | 2,10 à droite et à gauche de la Cunette. 1 m. à la Cunette. | 12,80 | 34,00 | 73,00 | 73,00 | 9,60 | *Id.* | Maçonnerie sur terrain naturel. | |
| 0,30 | ………… | 14,70 | 30,70 | 53,35 | 61,00 | 9,60 | *Id.* | Maçonnerie sur grillage piloté. | |

*Avantages et inconvénients respectifs des diverses dispositions indiquées pour les visites, réparations, et constructions neuves des navires de guerre et de commerce.*

Les formes ont une utilité spéciale pour les visites, les réparations des bâtiments sous voiles et prêts à partir, puisqu'en deux fois vingt-quatre heures un bâtiment peut être entré dans une forme, y avoir été mis en état et en être sorti. Le simple carénage ou doublage peut être complété en deux jours dans une forme ; il ne le serait que dans six ou huit jours par l'abattage en carêne, à raison des préparatifs à faire aux pontons, bigues, caliornes et gréements. D'ailleurs, le doublage s'effectue dans une forme sur un *bâtiment sous voiles*; à flot le bâtiment doit être évidemment lége.

Grogniard, dans un de ses mémoires manuscrits, évaluait à plus de 6 et 8 centimètres l'augmentation d'*arc* d'un vaisseau dans l'abattage en carêne par le renversement alternatif sur les deux flancs. Ce dernier mode n'est aussi pratiqué qu'à défaut des formes de visite et pour des bâtiments de deuxième rang.

Les formes conviennent aussi exclusivement dans les ports *sans marées*. Elles sont préférables aux bassins et grils de carénage dans les *ports à marées* et pour les radoubs de courte durée, à raison des difficultés et de l'extrême lenteur des réparations à flot et sur les grils.

Mais s'il s'agit de *longs radoubs*, de refontes, de conservation des bâtiments en dépôt, pour lesquels la durée des opérations préliminaires est une *portion très-petite* du temps total du travail, le halage à terre sur cales paraît préférable à l'emploi des formes.

En effet, le défaut de ventilation dans les formes, l'air chaud et humide qui y séjourne, sont des causes puissantes d'un dépérissement rapide dans les bois. Le manque de clarté et d'espace pour la circulation y rend les travaux de réparations très-pénibles.

Toutefois, l'admission des navires dans les formes les déliaisonne moins que la double opération du halage à terre et de la mise à l'eau ultérieure, quelques précautions qu'on prenne dans ces dernières.

Au reste, dans chaque localité, il y aura à établir sous le rapport de l'économie, des comparaisons entre ces deux modes, fondées sur les éléments suivants :

1° *Emploi des formes pour les radoubs, refontes, conservation et dépôt des navires.*

*Loyer de la forme*, c'est-à-dire intérêt annuel à 5 p. 100 du capital primitif de construction, cumulé avec les dépenses d'entretien annuel, et réparti sur le nombre de jours où *la forme est en service.*

Loyer des appareils d'asséchement, c'est-à-dire intérêt à 5 p. 100 du capital primitif d'établissement, cumulé avec les dépenses d'entretien annuel, de renouvellement, et réparti également sur le nombre de jours susdit.

Dépenses pour les manœuvres des fermetures d'écluses aux entrées et sorties des navires.

Dépenses d'asséchement de la forme, généralement doubles, pour chaque navire; une première fois pour le placement préalable des chantiers; une deuxième fois, pour l'entrée des navires.

2°. *Emploi des cales pour les radoubs, refontes et conservation des navires et de port.*

*Loyer de la cale et de l'avant-cale*, c'est-à-dire intérêt annuel à 5 p. 100 du capital primitif de construction, cumulé avec les dépenses d'entretien, et réparti sur le nombre de jours où la cale et l'avant-cale sont en service.

Dépenses de toute espèce du halage à terre, répétées pour chaque navire.

Dépenses de toute espèce de la mise à l'eau.

—

*Doublage du navire mis à l'eau.*

Loyers de la forme et des appareils d'asséchement comme dans le premier cas.

Dépenses pour les manœuvres de fermeture d'entrée et de sortie, *id., id.*

Dépenses d'asséchement, *id., id.*

On ne fait pas mention des couvertures d'abri dans les deux cas, parce qu'elles seraient à peu près les mêmes.

Il est probable que même dans les *ports à marées* l'usage des cales serait plus économique pour les radoubs et refontes; et *à fortiori* pour les constructions neuves pour lesquelles il n'y aurait point à compter de dépense de halage à terre.

### *Appareils pour le mâtage des vaisseaux.*

La mise en place des bas mâts des bâtiments de premier rang est une opération importante par la précision qu'elle exige, et par le poids, la longueur et la grosseur du fardeau à mouvoir.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Un bas mât de frégate de. . . . . . | 0m,73 de diamètre, | 28m,60 de long, | pèse | 8,160 kil. |
| Le même, dans un vaisseau de 74, a | 0m,95 — | 30m,96 de long, | et pèse | 12,482 |
| Le même, dans un vaisseau à 3 ponts, a | 1m,04 — | 32m,90 — | *Id.* | 16,642 |

Le bas mât, conduit à flot jusque sous l'appareil, est élevé verticale-

ment avant que le navire auquel il est destiné se présente lui-même dessous; alors fait descendre verticalement le bas mât par les écoutilles des divers ponts jusqu'à ce qu'il soit rendu à son emplanture.

On s'est longtemps servi et on se sert encore à Rochefort et à Cherbourg d'un appareil élevé sur un ponton ou sur de vieux navires, et qui est formé de trois bigues ou mâtures réunies vers leur sommet, et surplombant vers le dehors de la demi-largeur du maître bau des plus grands navires à mâter. Cet appareil est retenu à son sommet et aux divers points de sa hauteur par des haubans en cordages ou en chaînes amarrées sur le bord opposé du ponton, et susceptibles d'être *ridées*. Le levage des bigues est effectué d'ailleurs à l'aide d'autres plus petites et d'un usage commun dans les ports.

Figures 717 des planches.

L'élévation et la descente du bas mât s'opèrent à l'aide de jeux de caliornes, l'un fixé au fardeau à soulever, l'autre au haut de l'appareil. Les cordes et chaînes courantes vont s'enrouler sur des cabestans et treuils établis sur les pontons et mus par des hommes.

L'appareil sur ponton est commode par son amovibilité, puisqu'il peut être conduit sur un point quelconque des ports, bassins et darses; mais l'opération du mâtage est plus difficile, en raison des mouvements que prend le ponton au fur et à mesure que le mât émerge ou descend dans le navire où il doit être implanté.

Aussi, dans la plupart des grands arsenaux, l'on a établi des appareils *fixes* à bigues, sur certains points des rives où il y avait une profondeur d'eau suffisante pendant la durée de l'opération, soit à toutes les hautes mers, soit seulement aux hautes mers de vive eau, pour un bâtiment de premier rang sous voiles.

Figures 718 des planches.

Les figures 718 des planches représentent les appareils de mâtage *avec bigues* des ports de Helvoet-Sluys en Hollande, des États-Unis et du port de Toulon en France. Ils sont élevés sur un soubassement fixe en maçonnerie, dont le fort relief au-dessus des quais permet de réduire de beaucoup la longueur et la grosseur des bigues.

La hauteur de la tête de l'appareil au-dessus de la mer haute étale se règle sur la longueur du bas mât, ou sur la hauteur du pont supérieur au-dessus du niveau de l'eau dans le bâtiment du rang le plus élevé pour lequel la machine doive fonctionner. On ajoute à cette première cote une longueur de 3 à 4 mètres pour le jeu nécessaire aux caliornes. La réunion forme un total de 34 à 36 mètres.

sion complète des bois sous l'eau en garantissait la durée indéfinie, sans rien faire préjuger toutefois sur les altérations plus rapides qu'ils pourraient éprouver lors de leur mise en œuvre et de leur emploi subséquent à l'air.

On a dit aussi que les ravages des vers marins dits *tarets* sur les bois immergés dans l'eau de mer, ne pouvaient être prévenus que par le mélange d'une certaine quantité d'eau douce.

Feu M. l'Ingénieur Bredif a rapporté des expériences faites à Toulon en 1822, d'après lesquelles la quantité de sel par litre d'eau ne devait pas s'élever au-dessus de 25 grammes.

Dans quelques ports, et particulièrement à Rochefort, où les rivières qui traversent le chenal fournissent une grande quantité d'eau douce, on a établi des parcs ou fosses d'immersion isolés par des écluses. Ces dernières sont munies de portes d'èbe et quelquefois même de portes de flot, et le niveau de l'eau saumâtre y est entretenu au minimum de hauteur à l'aide de déversoirs ou barrages. Ce minimum est réglé suivant l'espèce et suivant l'emploi plus ou moins fréquent des bois, de manière que l'écluse d'entrée soit franchissable à toutes hautes mers, ou seulement à celles de vive eau dans les ports à marées.

La profondeur des fosses relativement au seuil de l'écluse dépend aussi de ces conditions, et en outre des moyens de tenue des bois sous l'eau dont il va être question ci-dessous.

Généralement le sol des fosses s'élève graduellement à partir du radier, de manière qu'on puisse les mettre à sec dans les ports à marées, soit à basse mer de morte eau, soit à basse mer de vive eau ; rechercher les signalements des bois dont on a besoin ; et procéder à leur enlèvement partiel.

Dans les ports *sans marées*, les fosses d'immersion ne peuvent être alimentées *par la mer* que sur une hauteur correspondante à de faibles dénivellations, à moins qu'on n'assèche leur enceinte par des écoulements artificiels ou par des épuisements, toutesfois qu'il y aura à faire entrer des bois, à les visiter ou à les faire sortir. Ordinairement les dérivations alimentaires d'*eau douce* sont maintenues à une profondeur telle qu'en l'ajoutant aux légères dénivellations de la marée en contre-bas, on arrive à la cote totale de hauteur d'eau nécessaire.

La surface des parcs ou fosses dépend du mode de tenue des bois et de la quantité totale à conserver en dépôt.

La grande fosse de K'houon, sur la rive gauche de la rivière de Landernau,

affluent de la rade de Brest, est alimentée à la fois par cette rivière elle-même et par un cours d'eau. Ce vaste dépôt a 1,850 mètres de longueur moyenne sur 190 mètres de largeur moyenne, et peut contenir jusqu'à cinq mille mâtures.

La fosse aux mâts du port de Lorient a 200 mètres de longueur sur 100 mètres de largeur. Elle est alimentée par la mer et par quelques ruisseaux d'eau douce. Son établissement a coûté plus de 200,000 fr.

Le développement total des fosses d'immersion exécutées aujourd'hui au port de Rochefort, sur la rive de la Charente, opposée à celle où est l'Arsenal, est d'environ 1,500 mètres sur une largeur moyenne de 25 mètres. Elle sont alimentées par la rivière de Charente. La dépense de leur construction dépassera 500,000 fr.

La fosse aux mâts de Toulon, attenante au chantier du Morillon, et alimentée par un petit cours d'eau douce, a 290 mètres de longueur sur 100 mètres de largeur.

La plupart des bois, et particulièrement les mâtures étant plus légers que l'eau, resteraient à sa surface, et seraient exposés aux vicissitudes atmosphériques, à moins qu'on n'y superposât des abris amovibles, mais la quantité de bois ainsi flottants ne serait plus qu'en raison *de l'étendue superficielle* de la nappe d'eau.

On a d'abord chargé les plans de bois superposés d'un plus ou moins grand nombre de caisses amovibles remplies de pierrailles ou de saumons de fer. Mais la dépense et la manœuvre de ces caisses ou masses de lest, leur défaut de stabilité, restreignaient cet expédient aux dépôts de bois, auxquels on ne touche que de loin en loin, et uniquement pour les former ou les retirer en masse.

On a adopté généralement aujourd'hui le système d'enclavage, qui consiste à isoler les divers plans de bois horizontaux superposés en hauteur, par des pièces de bois transversales dites *poutrelles* fixées au-dessus et au-dessous de chaque plan. Les pièces supérieures doivent être amovibles et fixes à volonté, et être assez fortes pour ne pas plier et rompre de bas en haut sous l'effort que font les plans de bois pour émerger. Figures 722 des planches.

Une pièce de bois peut, dans ce système, s'enlever de deux manières :

1° En faisant baisser le niveau de l'eau jusqu'au-dessous des poutrelles de *gîte* correspondantes, et en tirant la pièce dans le sens de sa longueur hors de l'enclavage;

2° En levant les rangs supérieurs des poutrelles amovibles, et en déran-

geant temporairement les bois enclavés des parquets supérieurs à celui où se trouve la pièce qu'on cherche.

Les plans inférieurs d'un parquet d'enclavage étant presque toujours envasés par les alluvions que la mer et les eaux douces y apportent, on y range les bois qui forment les approvisionnements de réserve, ceux auxquels on n'a recours qu'à de longs intervalles et pour les retirer en masse.

On a employé, suivant les localités, divers moyens pour retenir à volonté les poutrelles contre le mouvement de bas en haut.

Ainsi à Brest, à Rochefort, à Lorient, à Toulon, où le terrain se prêtait au battage des pieux, on a profité de la résistance des pieux à l'arrachage dans un terrain de vase ferme. Ces montants sont enfoncés par le gros bout, et leur fiche est découpée par un grand nombre d'entailles.

On a retenu les poutrelles d'enclavage par d'autres pièces croisées à angle droit, dites *clefs*, lesquelles s'engagent dans des mortaises percées sur la hauteur *émergée* des pieux, et y sont tenues par des clavettes ou *coins*.

Le nombre des pieux, leur grosseur, leur fiche, sont réglés (après l'expérience qu'on aura faite des résistances à l'arrachage de quelques pieux d'essai) suivant le nombre des plans de bois, la quantité et la pesanteur spécifique des bois dans chaque plan.

M. Brédif estimait : que les mâtures placées *sur un seul plan* exigeaient 20 mètres quarrés par mât, y compris l'emplacement pour la circulation et les mouvements de bois à enlever et à remettre; et que l'approvisionnement de mâtures nécessaires à 10 vaisseaux, 10 frégates, 6 bricks, en tenant compte des chances de guerre, était de 2,000 mâts exigeant 40,000 mètres carrés de surface d'eau.

La disposition la plus convenable pour un ensemble de parquets d'enclavage, est une grande coursive aboutissant à l'écluse, à droite et à gauche de laquelle sont les parquets présentent leurs lignes de mâtures ou de pièces de bois perpendiculairement à l'axe de la coursive. Celle-ci doit avoir alors une largeur équivalente à la longueur des plus grandes pièces de bois.

Figures 721 des planches. Les figures 721 des planches représentent le système de parquetage de mâtures et de bois de chêne employé aux Arsenaux maritimes de Brest et de Toulon.

Si le terrain était peu pénétrable aux pieux, on pourrait suppléer à ces derniers par des murettes en maçonnerie dont l'inertie et le *poids dans l'eau* contre-balanceraient les efforts de bas en haut que les poutrelles transmettent.

Bélidor fait mention de cet expédient aux paragraphes 910 et 911 du tome IV de l'Architecture hydraulique. Les figures 722 des planches indiquent la tenue des poutrelles à l'aide de murettes équidistantes d'environ 10 mètres.

Figures 722 des planches.

Aux arsenaux de Woolwich et de Sheerness en Angleterre, les mâts sont reçus dans des dépôts *sous-marins* longitudinaux nommés *locks*, exécutés en maçonnerie, voûtés, et fermés chacun par une paire de portes d'èbe. Les mâts sont arrimés par couches et superposés comme dans les enclavages ordinaires. Chaque lock s'ouvre et se ferme indépendamment de tous les autres; on peut aussi introduire ou retirer une pièce dans une rangée quelconque sans avoir à désempiler les mâtures des couches supérieures.

Figures 723 des planches.

Au-dessus de ces dépôts sous-marins sont bâtis des hangars, auxquels ils servent pour ainsi dire de massifs de fondation.

Le système adopté en France est bien plus simple et plus économique.

Dans les ports où il n'y a point de vers marins, on se dispense d'enceintes fermées pour les dépôts de mâtures ou bois de construction. On se borne à isoler au besoin de l'agitation de la mer les parquets de bois enclavés, soit par des ceintures de vieux bois formant des chaînes flottantes, soit par des claires-voies en bois fixes, ou enfin par des digues avec nombreuses coupures.

Ces coupures n'ont pour objet que d'empêcher les bois d'être emportés par les courants avant leur enclavage ou après leur retrait des dépôts.

Des parcs de ce genre suffiraient aussi pour des enclavages qui, dans les ports à marées, seraient supérieurs au niveau des moindres basses mers de morte eau, et dont les bois, étant ainsi exposés à l'air deux fois par jour, seraient à l'abri des vers marins.

Mode d'exécution des fosses d'immersion.

Les fosses d'immersion, alimentées par l'eau douce, doivent dans les *ports à marées*, être comme les bassins de flot, peu perméables par le fond et par les parois latérales; et les pertes d'eau à mer basse ne doivent jamais s'accroître au point que les plans de bois soient à découvert entre les époques de haute mer diurne ou d'arrivages périodiques d'eaux douces.

par la configuration de ses côtes, forme, sous les rapports maritimes, en quelque sorte quatre contrées distinctes, dont les communications par mer peuvent être complétement interceptées par l'ennemi et pendant plusieurs années.

Au reste, cette concentration n'est pas non plus sans dangers par l'agglomération sur quelques points d'une nombreuse population ouvrière de professions tout à fait spéciales aux travaux d'une marine militaire, qu'une réduction subite de travaux plonge dans la misère et peut porter à la révolte, et qu'un développement subit d'activité peut rendre exigeante et mutine.

Le dépôt dans les arsenaux maritimes d'un immense matériel en approvisionnement, improductif en temps de paix, et qui souvent dépérit sans rendre aucun service, semble aussi une véritable faute, suivant les principes ordinaires du commerce.

Quelques états, comme la Hollande, laissaient ce capital fructifier par la circulation, et ne s'approvisionnaient qu'au fur et à mesure des munitions de guerre et de bouche nécessaires. Mais les arsenaux de la Hollande étaient en même temps de grandes places commerciales; et les intérêts de riches compagnies, de négociants opulents, étaient étroitement liés à ceux de l'État.

Ces conditions spéciales manquent à la France et même à l'Angleterre; car ce dernier pays présente sur le même fleuve, la Tamise, et sur le même affluent de ce fleuve, la Medway, à quelques vingtaines de lieues en aval de Londres, la plus grande place commerciale de l'Europe, quatre grands arsenaux d'approvisionnements et de construction. Au reste, le pays le mieux préparé pour la guerre est celui qui a le moins à la redouter; et les dépenses des guerres les plus heureuses seront toujours au delà de ce que sont les frais de leurs préparatifs.

La Marine militaire de France s'est conformée au principe de concentration de travail pour toutes les parties de son matériel susceptibles d'être préparées longtemps à l'avance. Ainsi elle fait fabriquer toutes ses bouches à feu dans les trois grandes fonderies de Ruelle près Rochefort, de Saint-Gervais près Grenoble, et de Nevers.

Les fers de choix, les câbles-chaînes, les ancres, sont œuvrés dans les établissements de Guérigny et de Cosne, situés près de la Loire, au milieu de contrées riches à la fois en excellent fer et en combustible.

Un grand atelier de confection de machines pour bateaux à vapeur a été,

il y a treize ans, fondé dans l'île d'Indret sur la Loire, au-dessous de Nantes.

La Marine française s'approvisionne d'ailleurs au commerce et suivant ses besoins annuels, des fontes brutes, fers ordinaires, des cuivres en barres et en feuilles, des chanvres, des goudrons et matières résineuses, etc., etc., et de cette multitude d'objets œuvrés dont les uns ne varient point de formes et sont consommés en trop faibles quantités pour devenir l'objet de fabrications spéciales dans les ports ; et dont les autres ne peuvent, par leurs malfaçons, compromettre la sûreté de la navigation.

Le service de la Marine militaire se répartit en France dans chaque Arsenal, entre un certain nombre de branches dénommées *directions*, dont plusieurs mettent en œuvre les mêmes matières premières, telles que les bois et les métaux.

Ces divisions se rattachent aux grandes classifications du budget; elles assurent la spécialité des dépenses, et établissent une sorte de contrôle mutuel qui éclaire l'autorité centrale. Devant ces considérations s'effacent celles tout à fait secondaires de quelques économies de détail qui résulteraient d'un moindre nombre de branches principales de service.

Les valeurs considérables en matériel mobilier et immobilier qui sont réunies dans les arsenaux maritimes, et dont le total, en 1838, s'élevait à plus de 535 millions pour la France, a besoin d'une surveillance et d'une protection de tous les instants. De là une police, une juridiction pénale et des tribunaux spéciaux.

Mais leur action serait sans efficacité si tout le personnel employé dans les arsenaux ne dépendait pas directement et exclusivement de l'autorité maritime, et relevait d'entrepreneurs étrangers. D'ailleurs, les calculs de l'intérêt privé en lutte incessante avec les exigences du service de la marine, compromettaient des opérations importantes et même de grandes expéditions militaires. Les malfaçons sont en effet inévitables, dans le système d'exécution des travaux à l'entreprise; et la surveillance qui réussirait à les prévenir, suffirait aussi pour garantir l'économie et le bon emploi des matières dans une régie.

Une fâcheuse expérience a trop bien mis au jour les conséquences de ces malfaçons. Pour les apprécier, il suffira du reste de considérer : qu'un vaisseau de premier rang sous voiles représente une valeur de près de deux millions; que c'est à la fois une citadelle flottante pour près de 500 hommes d'équipage, un grand dépôt de munitions de guerre et de vivres; et que sa conservation dépend du bon état de quelques pièces de bois et de

la tenue de quelques chevilles en métal. Aussi toutes les fabrications et travaux des ports militaires sont exécutés en régie par des hommes à la journée ou à la tâche, suivant tarifs permanents avec séries de prix.

Au reste, ces graves questions sont traitées avec une grande hauteur de vues et une connaissance intime des détails, dans le rapport si remarquable de M. le baron Tupinier, sur le matériel de la Marine, publié en 1838, et reproduit dans les *Annales maritimes et coloniales* de la même année.

Tracé et distribution générale de l'enceinte d'un arsenal maritime.

Le tracé et la distribution d'un Arsenal maritime sont un problème fort compliqué. La position d'un pareil Arsenal sur des rives accessibles par terre à l'ennemi; la valeur des établissements fixes qui dépasse généralement vingt-cinq millions; celle du matériel en approvisionnement pour la flotte qui s'élève moyennement pour chaque port militaire à plus de 65 millions; le temps que leur remplacement nécessiterait, réclament des ouvrages de fortifications qui les enveloppent et en défendent les approches.

Mais les conditions défensives réagissent alors sur celles qui sont *exclusivement maritimes*. Le nouvel arsenal maritime de Cherbourg a attendu pendant plus de trente ans la solution qui les a enfin conciliées.

De grandes surfaces d'eaux d'une profondeur de 8 à 9 mètres à basse-mer, un vaste développement de quais accessibles à toute époque de marée, sont des éléments essentiels pour les opérations d'armement et de désarmement et pour la prompte réunion des bâtiments de guerre en divisions et en escadres.

Mais sur la plupart des points du littoral, on ne peut satisfaire à ces conditions qu'en allongeant démesurément l'Arsenal sur une seule rive d'un fleuve ou d'une anse, et en séparant ainsi par de grandes distances les principaux services, détails, ateliers et chantiers qui concourent à l'armement; ou bien en plaçant les établissements sur les deux rives, et en créant un gêne perpétuelle pour les relations journalières d'une rive à l'autre. C'est ainsi que l'encaissement étroit du vallon de la rivière de *Penfeld*, a forcé de développer l'Arsenal de Brest, sur plus d'une lieue et sur deux rives; et que celui de Toulon, conquis sur la mer par des enrochements, ne présente à l'entrée de ses darses que des terre-pleins insuffisants pour les ateliers et chantiers d'armement.

Un système de canaux formant rues, comme celui de Venise, d'Amsterdam, de Cronstadt, est d'une grande commodité pour les mouvements des fardeaux pesants qui se présentent fréquemment dans les opérations des

arsenaux; mais il en résulte une dépense considérable de construction première et d'entretien.

Les Casernements des corps militaires spéciaux de la Marine, les Hôpitaux, les Bagnes, devant être accessibles à toute heure, doivent appartenir par suite, à une enceinte *distincte* de celle des travaux, mais qui avoisine toutefois l'enceinte générale de l'arsenal, dans la prévision des cas d'alarme, d'incendie et d'attaques en temps de guerre.

Les magasins à poudre, les établissements pour la préparation et le dépôt des artifices de guerre, sont également exclus de l'intérieur des arsenaux. Cependant leur éloignement entrave les opérations d'armements et de désarmements; et leur placement sur une plage isolée ou sur les îles des rades, expose les poudres et artifices, à l'action de l'air salin et en hâte la détérioration.

Le Magasin général, lieu de recette et entrepôt central de la plupart des matières brutes pour tous les travaux des ports militaires, doit être rapproché et des quais et des issues de terre par lesquelles ces munitions arrivent; en même temps il doit être au minimum de distance des principaux services consommateurs. Toutefois, cette règle est sujette à plusieurs exceptions nécessitées; par la combustibilité de quelques-unes de ces munitions, telles que les chanvres, goudrons, charbons; et par la destination toute spéciale et l'encombrement de quelques autres, telles que les bois de construction de toute essence.

Les cales de construction et de radoub, les formes, les grils et bassins de carénage, forcément placés sur les rives des grandes surfaces d'eau, appellent dans leur voisinage tous les ateliers qui concourent aux travaux de construction et de réparations. Mais ce rapprochement oblige souvent d'éloigner ces ateliers des dépôts de matières premières, et des autres dépendances du même service, et de décentraliser ainsi la surveillance.

Les ateliers à métaux, notamment ceux de confections et réparations des objets de tôlerie, tels que caisses à eau, cuisines pour les armements; les ateliers consacrés aux travaux des machines de bateaux à vapeur; doivent être rapprochés des quais d'armement à raison des poids à mouvoir et des difficultés de transports, sans être toutefois à grande distance des autres ateliers qui préparent les diverses parties du matériel d'armement, et du magasin général qui délivre les matières premières.

Les ateliers de fabrication et les magasins de dépôt des divers articles qui forment la ration alimentaire des soldats des corps organisés et du personnel embarqué, réclament une zône *distincte* et *isolée* de l'enceinte

générale, située au minimum de distance, des points d'arrivages de terre et de mer, de l'enceinte spéciale des casernements des corps organisés, enfin des lieux de stationnement des bâtiments en armement.

Au reste, les munitions de bouche et de guerre, le matériel d'artillerie, forment les dernières parties d'un armement et les premières d'un désarmement. Les établissements qui se rapportent à ces deux services, doivent donc être les premiers qui se présentent près de l'entrée d'un arsenal par mer. Ce principe a été observé dans l'Arsenal de Brest.

Tous les travaux ayant pour objet l'armement et le ravitaillement de la flotte, les ateliers et magasins qui s'y rapportent seront échelonnés depuis l'entrée du port, suivant l'ordre même des opérations. Ainsi les garnitures, ateliers et magasins de cordages et de gréements, voileries, seront moins éloignés de cette entrée que le magasin général dont ils tirent les matières brutes, et que les Corderies et Poulieries, desquelles ils reçoivent les principaux matériaux en état de confection préparatoire.

La plupart des Arsenaux existants ont été fondés à des époques où la composition des forces navales était toute autre qu'aujourd'hui et sur une échelle bien plus restreinte. Quelques-uns, créés par des Compagnies, ont été plutôt disposés pour l'emmagasinage et la vente d'une masse énorme de marchandises que pour les exigences d'une Marine militaire. Tous se sont développés avec la succession des temps, et au fur et à mesure des besoins nouveaux qui se révélaient. Aussi il n'en est aucun dont l'ordonnance générale satisfasse aux conditions principales qu'on a rappelées ci-dessus, ainsi qu'on s'en peut convaincre en examinant leurs plans figures 527.... 529.... 531.... 533 ... 570.

Fig. 527, 529, 531, 533 et 570 des planches.

Le seul Arsenal de Cherbourg pouvait être établi d'un seul jet; mais les projets ont été conçus primitivement sur d'anciens errements et sur une échelle trop petite. Leur exécution a commencé en 1803, sur une circonscription d'enceinte entièrement différente de celle qui est fixée aujourd'hui, et quelques grands établissements hydrauliques, formés de 1803 à 1829, sont devenus autant de points de sujétion auxquels le reste des constructions doit aujourd'hui se rattacher.

D'autre part, des changements immenses ont eu lieu depuis 1814 dans toutes les parties du service et du matériel de la marine.

La création des équipages de ligne et de l'infanterie de marine, ont exigé de nouveaux casernements.

La répartition des attributions des directions et du magasin général a été faite sur de nouvelles bases.

La composition normale de la flotte, les formes, les grandeurs, emménagements des bâtiments de guerre, ont été modifiés essentiellement.

Les bâtiments ont été classés par bâtiments désarmés, en commission, et en disponibilité d'armement.

La réserve de la flotte n'est plus comme autrefois conservée à flot; elle reste en dépôt sur les cales de construction et de radoub.

La substitution des cables-chaînes aux cordages en chanvre, des caisses en tôle aux fûts en bois, et aux boucauds de biscuit; l'embarillage des poudres dans des caisses en cuivre; le remplacement de beaucoup d'objets en bois dans la coque et dans les installations des navires par d'autres en fonte de fer, en fer forgé ou en cuivre, ont altéré tous les rapports de l'échelle d'importance des ateliers et magasins des arsenaux.

D'autre part, des améliorations importantes ont été effectuées dans la ration des matelots.

L'introduction dans la navigation d'une nouvelle force motrice, celle des machines à vapeur; et la substitution de cette force à celle des hommes et des animaux dans un grand nombre de travaux et de fabrications des ports; l'exécution par des machines de détail ou de précision, d'une foule de mains-d'œuvre confiées auparavant à l'aptitude spéciale et à l'intelligence de quelques ouvriers d'élite, ont changé complétement les installations des ateliers et établissements de ces ports.

L'arsenal de Cherbourg est donc aujourd'hui dans des conditions tout autres que celles qui avaient servi de base aux projets primitifs; et, sous ce rapport, la Marine a moins à regretter la période de trente ans et plus qui sépare l'état actuel des choses de l'origine des premiers travaux.

Les figures 724 des planches représentent la distribution générale qui est à peu près arrêtée aujourd'hui pour ce nouvel arsenal, après les remaniements nombreux qui ont eu lieu depuis 1803 jusqu'à 1829. Figures 724 des planches.

La grandeur des établissements qui y sont projetés n'est qu'une *limite supérieure* en quelque sorte de l'importance que le port de Cherbourg sera susceptible d'acquérir. Mais on a dû assigner dès à présent les *emplacements* des constructions futures, afin de conserver un caractère d'unité à toutes les parties, et de prévenir, par la suite des temps, des démolitions prématurées, et les dépenses et les entraves de tout genre par lesquelles la Marine a été forcée d'acheter dans les autres arsenaux les améliorations successives qui y étaient devenues indispensables.

La Marine militaire n'est pas encore arrivée à un état stationnaire ; sans doute, les changements n'y sauraient être brusques à raison de l'immense matériel préexistant, et dont il faut tirer parti; mais ils seront inévitables toutes les fois qu'ils augmenteront les chances de succès pendant la guerre, et que d'autres Puissances en auront pris l'initiative.

Voici du reste ci-dessous le tableau des grandeurs approximatives des divers Arsenaux militaires à l'étranger et en France, et les nombres de cales de construction, de radoub et de formes qui s'y trouvaient il y a quelques années.

| DÉNOMINATION des ARSENAUX. | LONGUEUR moyenne du développement des terre-pleins de rive. | LARGEUR moyenne des terre-pleins de rive. | SUPERFICIE approximative des terre-pleins. | NOMBRE de cales. | NOMBRE de formes. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A L'ÉTRANGER. | | | | | | |
| *En Angleterre.* | m. | m. | m q. | | | |
| Arsenal de Deptfort sur la Tamise. | 600 | 200 | (*a*) 120.000 | 5 en 1825 | 3 en 1825 | (*a*) Les surfaces d'eau ne sont pas comprises. |
| Arsenal de Woolwich sur la Tamise. | 1.000 | 145 | (*a*) 145.000 | 5 *id.* | 3 *id.* | *Id.* |
| Arsenal de Chatam sur la Medway, affluent de la Tamise. . . . . . | 1.680 | 214 | (*a*) 360.000 | 5 *id.* | 4 *id.* | *Id.* |
| Arsenal de Sheerness. . . . . . . | 632 | 316 | (*a*) 200.000 | 5 *id.* | 3 *id.* | *Id.* |
| Arsenal de Portsmouth, sur la côte sud de l'Angleterre. . . . . . . | 1.050 | 460 | (*b*) 483.000 | 6 *id.* | 8 *id.* | (*b*) Y compris les bassins de flot de 10.800 mètres carrés de superficie ensemble. |
| Arsenal de Plymouth, *id.* . . . . | 1.067 | 356 | (*c*) 380.000 | 5 *id.* | 4 *id.* | (*c*) Y compris le bassin de flot de 4320 mètres carrés de superficie. |
| Arsenal de Pembroke. . . . . . . | . . . . . . | . . . . . . | 240.000 | 12 *id.* | 2 *id.* | |
| *En Hollande.* | | | | | | |
| Arsenal d'Amsterdam. . . . . . . | 775 | 105 | (*d*) 81.375 | 5 *id.* | . . . . . | (*d*) La surface d'eau du port, non comprise dans les chiffres ci-contre, est d'environ 600 mètres de longueur sur 350 mètres de largeur, ou de 210,000 mètres carrés. |
| Arsenal d'Helvoet-Sluys. . . . . . | 674 | 65 | (*e*) 43.810 | 9 *id.* | . . . . . | (*e*) Le bassin de flot, de 837 mètres de longueur sur 325 mètres de largeur moyenne, ou de 138.325 mètres carrés de surface, n'est pas compris. |
| Arsenal de Rotterdam sur la Meuse. | 1.145 | 98 | (*f*) 112.965 | 12 *id.* | . . . . . | (*f*) Les surfaces d'eau ne sont pas comprises. |
| *Belgique.* | | | | | | |
| Arsenal d'Anvers, tel que la France l'avait laissé en 1814. . . . . — Le long de l'Escaut. . . . . . | 1.670 | 214 | 357.600 | 22 cales. | 2 formes en exécution. | |
| Dans la citadelle. | . . . . . . | . . . . . . | 73.500 | | | |
| En dehors de la citadelle et des glacis. . . . . . | 500 | 170 | 85.000 | | | |
| Sur les rives du *bassin de flot*. . . | 870 | 189 | (*g*) 164.430 | | | (*g*) Les deux bassins de flot, qui ont ensemble 79.015 mètres carrés de surface, ne sont pas compris. |
| | | | 680.530 | | | |

| DÉNOMINATION des ARSENAUX. | LONGUEUR moyenne du développement des terre-pleins de rive. | LARGEUR moyenne des terre-pleins de rive | SUPERFICIE approximative des terre-pleins. | NOMBRE de cales. | NOMBRE de formes. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Espagne.* | m. | m. | m. q. | | | |
| enal du Ferrol. . . . . . . . . | 1.187 | 341 | (h) 404.825 | 2 cales. | 4formes. | (h) Ne sont pas comprises les deux darses, ayant ensemble 229.600 mètres carrés de superficie. |
| enal de Carthagène sur la Mé-iterranée. . . . . . . . . . . | 781 | 529 | (i) 413.149 | 2 cales. | 3formes. | (i) N'est pas comprise la surface de la darse, qui est d'environ 122.400 mètres carrés. |
| *Italie.* | | | | | | |
| enal de la Spezzia, tel qu'il devait être exécuté sous la domination française avant 1814. . . | 2.805 | 114 | (k) 319.770 | 6 cales. | 2formes. | (k) Non compris la surface des deux anses des Graces et de Varignano, formant darses, ayant ensemble 340.000 mètres carrés. |
| *Turquie.* | | | | | | |
| astantinople. . . . . . . . . . | 2.000 | 150 | (l) 300.000 | 6 cales. | 2formes. | (l) Non compris les surfaces d'eau de 2.000 mètres et plus de développement, sur plus de 700 mètres de largeur. |
| *En France.* | | | | | | |
| uvel arsenal de Cherbourg. . . | 1.200 | 680 | (m) 816.000 | 8 cales exécutées, 5 projetées | 1 forme exécutée 3 projetées. | La surface (m) comprend celles de l'avant-port, du bassin de flot, et de l'arrière-bassin en construction, formant ensemble 210.090 mètres carrés; plus celles des gares de mâtures de chaloupes et canots; plus celle du port de débarquement pour bâtiments de commerce, formant ensemble au moins 25.000 mètres carrés. Les magasins à poudre, fosses aux mâts, hôpital, sont en dehors de cette enceinte. |
| enal de Brest. . . . . . . . . | 4.400 pour les 2 rives. | 70 | (n) 308.000 | 9 cales exécutées ou en construction. | 6formes. | (n) Cette surface ne comprend pas celle du chenal, de 4.600 mètres de développement sur 330 mètres de largeur, ni celle de tous les établissements extérieurs, tels que bagnes, casernes, hôpitaux, hôtels, bureaux, magasins à poudre, dépôts de bois, usine de la Villeneuve, etc., etc. |
| enal de rient. — Rive du côté de Lorient. | 1.450 | 279 | 404.550 | 13 cales. | 1 forme. | (o) Cette surface ne comprend point le chenal, d'une longueur de 1.430 mètres sur une largeur moyenne de 160 mètres à basse mer; les tribunaux maritimes et conseils de guerres, et un hôpital de réserve au Port-Louis. Le polygone d'artillerie, et le magasin central des poudres, situés à l'extérieur de l'arsenal, ne figurent pas non plus dans ce chiffre. Mais il comprend la fosse aux mâts, de 2.000 mètres carrés de surface, et le dépôt de bois immergé de K'ronou, de 251.760 mètres carrés. |
| Rive de Caudan. — Chantier de construct^on. | 1.300 | 286 | 371.800 | | | |
| Rive de Caudan. — Endiguages en exécution. . | 1.000 | 40 | 40.000 | | | |
| | | | (o) 816.350 | | | |
| enal de Rochefort — Rive droite. | 2.200 | 432 | (p) 950.400 | 11 cales. | 3formes. | (p) Ce chiffre ne comprend point le chenal, d'une longueur de développement de 2.200 mètres sur une largeur moyenne de 84 mètres, ni l'hôpital de réserve à Saintes. Mais il comprend les casernes, hôpitaux ordinaires, et les établissements des subsistances. |
| Rive gauche. | . . . . | . . . . . . | 250.120 | | | |
| | | | (q) 1.200.520 | | | |
| enal de lon. — Arsenal proprement dit. | 2.872 | 68 | 195.296 | 6 cales exécutées. | 2 formes exécutées, 1 en construction. | (q) Ce chiffre ne comprend pas : 1° Les surfaces d'eau des darses, qui sont ensemble d'environ 363.520 mètres carrés; 2° La fosse aux mâts, les établissements des subsistances, ceux de Castineau, les magasins à poudre, les casernes à l'extérieur, et l'hôpital Saint-Mandrier sur la rive ouest de la rade. |
| Chantier de construction du Mourillon. . . | 1.800 | 230 | 414.000 | 15 en construction. | | |
| | | | 609.296 | | | |

Genre de construction des établissements civils.

La prévision de changements ultérieurs dans les Ordonnances d'organisation et réglements de la Marine, prévision bien justifiée par les remaniements continuels qui ont eu lieu depuis soixante ans; celle des modifications qu'éprouveront le matériel naval et les procédés de fabrication, doivent être toujours présentes à l'étude des projets d'ensemble et de détail des constructions des arsenaux. Tout en satisfaisant le mieux que possible au programme des conditions actuelles, on s'efforcera, par anticipation, de rendre moins onéreuses à l'État les transitions à un nouvel ordre de choses.

Quand ces transitions pourront être prochaines, que la destination des établissements *sera précaire*, le genre de construction n'aura lui-même aucun caractère de permanence. Il vaudra mieux alors amoindrir le capital de la dépense initiale, sauf à encourir des frais d'entretien plus considérables et des renouvellements plus fréquents.

Mais on agira inversement pour les établissements dont la destination n'est ni transitoire, ni précaire, ni susceptible de grandes variations, telles que des bureaux, des casernes, des hôpitaux, un magasin général, de grands dépôts de bois, de chanvre et de goudron, des établissements de fabrication d'ancres, de bouches à feu, etc., etc.

On évitera soigneusement, du reste, les vaines recherches de décorations architecturales, et l'on ne fera dériver la beauté des constructions que de leur régularité et de leur parfaite appropriation à l'usage pour lequel elles seront faites.

Toutefois, on n'hésitera pas à exécuter *solidement et pour une durée séculaire des établissements permanents*, afin d'être toujours en mesure pour toutes les éventualités politiques et militaires; l'on n'exposera pas ainsi les divers services de la Marine à des entraves et à des interruptions, lors des réparations et renouvellements des établissements. Enfin, il y aura moins de chances pour que ces travaux se rencontrent avec quelques-unes de ces époques de misère publique et de décadence, si fréquentes dans l'histoire des puissances maritimes.

Les intérêts d'un grand état sont en effet d'un autre ordre que ceux d'un armateur ou d'un négociant.

Un incendie qui détruirait tous les navires marchands d'un port serait sans doute un grand désastre privé, mais qui n'atteindrait point la fortune publique; mais celui qui détruirait une *valeur égale* de vaisseaux de guerre ou d'établissements maritimes pourrait, s'il concourait avec des

époques de guerres extérieures et intérieures, ébranler l'État jusque dans sa base.

Le reproche d'exagération en dépenses initiales qui a été quelquefois adressé aux constructions solides en maçonnerie, et la préférence donnée aux ouvrages en bois, sont de véritables paradoxes. Tous les calculs algébriques présentés à l'appui reposent sur des éléments incomplets ou faux.

L'histoire des grands travaux publics, celle de l'établissement des Arsenaux maritimes des diverses puissances, démentent ces calculs. Partout on a commencé par les constructions en bois; et aujourd'hui même aux États-Unis, où cette matière est à très-bas prix, on y substitue de la maçonnerie ou de la fonte de fer dans toutes les constructions publiques.

On terminera par les considérations si judicieuses que M. le baron Tupinier a présentées en 1838 dans son rapport sur le Matériel Naval déjà mentionné ci-dessus.

« Les industriels dont on cite l'exemple ne suivent pas tous la même » marche. Les plus prudents commencent par n'élever que des usines sim» plement ébauchées, afin de mettre dehors le moins de capitaux qu'ils peu» vent; mais aussitôt qu'ils ont obtenu des bénéfices, ils ont soin d'en con» sacrer la majeure partie à transformer en établissements définitifs et du» rables ce qu'ils n'avaient d'abord essayé qu'avec une sorte de méfiance. » Eh bien! le gouvernement se trouve, dès le début, dans la position de « l'industriel qui a déjà fait des bénéfices; ce n'est point un capital por» tant intérêt qu'il emploie : ce sont des revenus qui chaque année se re» nouvellent de la même manière. Le gouvernement n'a donc pas besoin de » faire d'abord des établissements provisoires pour les rendre définitifs » plus tard. Il doit au contraire commencer par suivre ce dernier » parti. »

Incombustibilité des édifices.

L'incombustibilité des établissements des Arsenaux doit être envisagée sous deux points de vue :

1° Comme empêchant la propagation *au dehors* d'un incendie dont les travaux intérieurs ou les matières en dépôt seraient devenus le foyer;

2° Comme empêchant l'introduction au milieu de matières combustibles *déposés à l'intérieur* des établissements, d'un incendie qui éclaterait au dehors.

Des ateliers de grandes forges, des étuves et pigoulières à goudron sont dans la première catégorie; des ateliers et magasins d'objets en bois et de

cordages sont dans la deuxième. Les ateliers d'artifices et les magasins à poudre appartiennent aux deux.

Les dépenses à faire pour rendre les établissements incombustibles seraient souvent un obstacle à leur construction, si on ne les restreignait en resserrant le champ des incendies par des subdivisions intérieures partant du fond et dépassant les faîtes des édifices de manière à isoler leurs diverses zônes.

Au reste, le Catalogue des incendies qui ont eu lieu à l'Arsenal de Brest depuis 1631 jusqu'en 1832, en relate 12 en 201 années; et le dernier a été celui de la salle d'armes qui a coûté plus d'un million à la Marine.

Grandeurs des établissements.

L'étude critique des formes, grandeurs et dispositions des arsenaux maritimes existant en France et à l'étranger, est indispensable pour la rédaction des projets des divers établissements d'un port. Mais on commettrait de graves erreurs en proportionnant les grandeurs de ces établissements *au degré d'importance relatif* des ports eux-mêmes.

Les circonstances politiques qu'une nation traverse pendant une période séculaire sont tellement variées, que tel Arsenal qui était du second ordre passe tout à coup au premier. C'est ainsi que Toulon est devenu depuis 25 ans le premier port de la France, et que Cherbourg le deviendrait à son tour en cas de guerre maritime avec les puissances du Nord.

En admettant même que l'*importance relative* des ports ne dût pas changer ; la *proportion relative* des grandeurs des établissements serait encore en défaut.

En effet, les dépendances d'un casernement de Corps organisés, d'un hôpital, d'un bagne, seront à peu près les mêmes, quel que soit le personnel numérique en soldats, malades ou condamnés.

L'atelier de commettage d'une corderie aura partout la même longueur; et sa largeur ne pourra varier que du simple au double. Des ateliers et magasins de mâtures seront dans le même cas.

Des ateliers à métaux de *même dénomination*, quelque restreint que soit le nombre des feux, auront les mêmes espacements d'autels de forges et les mêmes largeurs intérieures.

Les lieux de recette et de dépôt de toutes les munitions navales exigent à peu près les mêmes grandeurs, les mêmes distributions pour la classification, quelle que soit la quotité annuelle des arrivages.

Tantôt la longueur des établissements sera invariable, tantôt ce sera la largeur, et quelquefois la hauteur.

Au reste, quelque faible que soit l'importance *ordinaire* d'un Arsenal maritime, tout doit être disposé en établissements, apparaux et machines pour y rendre praticable, moyennant quelques établissements nouveaux *exécutés à faux frais*, un développement extraordinaire analogue à celui que l'expédition d'Alger avait déterminé.

On sortirait entièrement du cadre de l'ouvrage, et l'on empiéterait sur le domaine de l'architecture civile, si l'on traitait ici avec détail de la construction et des installations des établissements *civils* des arsenaux.

On se bornera donc à mentionner leurs principales catégories et à donner quelques notions sur les plus importants d'entre eux. On renouvellera du reste la recommandation, déjà plusieurs fois faite, d'ouvrir, avant la rédaction d'un projet quelconque, des conférences officielles avec les services intéressés, et de concerter avec eux le programme complet des principales conditions à remplir, en sorte que cette rédaction n'ait plus d'autre objet que la recherche des moyens techniques à employer pour remplir le programme précité.

---

## RÉSUMÉ DE LA QUARANTE-DEUXIÈME LEÇON.

SUITE DES ÉTABLISSEMENTS CIVILS DES ARSENAUX.—OBJETS D'INTÉRÊT GÉNÉRAL.—DÉPENDANCES ET SERVICE DE LA MAJORITÉ.— DÉPENDANCES DU SERVICE DES CONSTRUCTIONS NAVALES.

---

### PREMIÈRE CATÉGORIE D'ÉTABLISSEMENTS.

*Logements de fonctionnaires.*

Il y a une vingtaine d'années que la plupart des chefs de service et de détails étaient logés, dans les Ports français, aux frais de l'État, les uns en dehors, les autres dans l'enceinte même des travaux.

Cet état de choses, qui subsistait récemment encore, et sur une échelle bien plus grande dans les Arsenaux anglais, avait donné lieu à beaucoup d'abus dans les Ports français. Aujourd'hui les logements en nature y sont restreints à la principale autorité maritime de chaque port principal ou secondaire, aux officiers des corps organisés et à ceux d'administration, que leurs fonctions forcent de loger dans les casernes et hôpitaux ; enfin, aux gardiens mêmes des établissements extérieurs.

### DEUXIÈME CATÉGORIES D'ÉTABLISSEMENTS.

*Objets d'intérêt général communs à tous les services, et qui dépendent plus particulièrement des Ingénieurs des Constructions hydrauliques et bâtiments civils.*

Voies de communication, terre-pleins, esplanades, places, aqueducs et égouts.
Conduits et réservoirs d'eaux potables et approvisionnements d'eaux pour le cas d'incendie.

Voies et terre-pleins. La plupart des voies et terre-pleins des ports sont pavés dans toutes les zônes où passent des fardeaux traînés ou roulés, et des attelages d'animaux. Le reste est empierré.

Les chemins de fer n'ont été, jusqu'à ce jour, établis que sur de petites longueurs et pour les mouvements de mâtures, de bois de construction,

de pierres de taille, d'ancres, de caisses à eau, etc., etc., lorsqu'ils ont lieu constamment dans les mêmes directions.

Le prompt asséchement de grandes places ou esplanades est assez difficile par un écoulement superficiel. On est parvenu à l'obtenir pour la place d'armes du port de Lorient : en défonçant le sol sur une profondeur de près de 50 centimètres ; et en y formant une première couche inférieure en grosses recoupes de pierres disposées en *pierrées souterraines*, et rayonnant dans tous les sens. Une deuxième couche, rechargée sur la première, a été faite en matériaux moins gros mais présentant comme une sorte de tamis. La dernière couche a été en gros gravier et en sable anguleux.

L'écoulement d'eaux pluviales toujours chargées, dans les arsenaux, de terres, de copeaux et autres immondices, appelle une sérieuse attention partout où les quais doivent être accostables à basse mer pour les navires de guerre de premier rang, et où le curage n'est praticable que sous l'eau par des machines. Aqueducs et égouts.

Le nouvel arsenal de Cherbourg est dans cette situation. Déjà, malgré le soin qu'on a eu : 1° de détourner tous les affluents d'eaux douces de l'avant-port et du bassin de flot, lesquels ont été creusés beaucoup au-dessous des seuils des passes et écluses d'entrée ; 2° de clarifier les eaux à travers des pierrées ; il existe dans l'étendue de ces deux enceintes d'eau, une couche épaisse de vase et de sable qui réduit notablement la profondeur primitivement disponible.

Des aqueducs-égoûts, débouchant en *dehors des ports*, et se ramifiant suivant la position des principaux puits d'écoulement des eaux pluviales de l'enceinte intérieure, sont une mesure presque indispensable. Le seuil de ces aqueducs, à leur débouché, est placé d'ordinaire au niveau des moindres basses-mers, afin que la visite en soit possible en tout temps, et que l'action du flot dans les *ports à marées* ne vienne pas contrarier le dégorgement des eaux troubles. On renvoie à la trentième leçon, page 32 du tome II du Programme, pour la construction de ce genre d'ouvrages.

L'approvisionnement d'eaux potables, non-seulement pour la consommation de plus de 3,000 travailleurs, de 1,500 à 2,000 soldats des divers corps organisés de la marine, de plus de 2,000 malades, qui peuvent être réunis simultanément dans le même arsenal ; mais encore pour les provisions de toute une escadre, est un objet du plus haut intérêt. Approvisionnements d'eaux.

Il suffira, pour faire apprécier l'importance de ces provisions, de dire qu'un vaisseau de premier rang exige de 200 à 250 tonneaux d'eau, c'est-à-dire, de 10 à 13 *pouces de fontainier;* que cette eau ne peut être prise que dans les derniers temps d'un armement, et que dès lors tout l'approvisionnement d'une escadre doit être fourni en quelques jours par les aiguades du port et par celles de la rade.

De vastes réservoirs, établis à la fois, les uns à l'origine des sources, les autres sur le trajet des conduites d'eau et à leur point d'arrivée, traversés constamment par les eaux-vives, peuvent seuls subvenir à toutes les éventualités, et à de grandes consommations d'eau qui concourraient avec les époques de sécheresse et d'épuisement des sources.

Les réservoirs et tuyaux de distribution exécutés suivant les règles prescrites à la 30e leçon, peuvent être souvent disposés de manière à fournir aussi l'eau en cas d'incendie, soit pour la faire projeter directement sur les bâtiments en feu, soit plutôt pour l'alimentation des pompes à incendie, et pour le remplissage périodique des bailles à incendie réparties par groupes sur les points principaux des arsenaux.

Aux arsenaux anglais de Portsmouth, Plymouth et Chatam, les eaux amenées par des canaux de dérivation, sont élevées à l'aide de machines à vapeur dans de grands réservoirs; puis distribuées par des tuyaux en fonte posés sous le sol.

Un ensemble de dispositions analogues a été établi il y a peu d'années dans le port de Lorient, moyennant une dépense seulement de 190,000 fr. Un réservoir de la capacité de 1100 tonneaux, dont le niveau des eaux correspond au premier étage des édifices les plus élevés, reçoit ces eaux à leur arrivée. Les sources sont situées hors ville à 5,000 mètres de distance; leur produit minimum est de 5 pouces de fontainier, et leur produit ordinaire de 19. Ce réservoir livre ses eaux à trois grands conduits principaux en plomb de 5c,5 de diamètre, desquels partent une foule de ramifications secondaires munies de distance en distance de robinets auxquels peuvent s'adapter des manches de pompes à incendie pour le remplissage des bailles et pour l'alimentation des pompes. L'exécution de ce beau travail est due à M. l'ingénieur Sganzin (Théodore).

La rive droite dite de Recouvrance, de l'arsenal de Brest, va jouir des mêmes avantages par l'exécution des projets rédigés par M. l'ingénieur Petot.

Enfin, des dispositions semblables sont arrêtées pour le nouvel arsenal de Cherbourg.

TROISIÈME CATÉGORIE D'ÉTABLISSEMENTS.

*Dépendances du service de la Majorité, confiées aux Officiers de vaisseaux et à ceux des divers corps organisés de la Marine.*

Issues et clôtures de terre et de mer.
Bureaux et archives de l'État-major général.
Postes militaires de toute espèce près des issues des arsenaux et sur divers points de leur enceinte.
Postes de gardiennage près des issues.
Forts et batteries appartenant à la marine.
Casernements des Divisions d'Équipages de ligne et des Compagnies de mousses.
— de l'Artillerie de marine.
— de l'Infanterie de marine.
— de la Compagnie d'ouvriers militaires d'artillerie.
— de la Gendarmerie maritime.
— des Compagnies de discipline.
Écoles régimentaires et polygones à terre.
Observatoires de marine.
Écoles d'hydrographie, et Écoles gratuites de géométrie et dessin linéaire pour la classe ouvrière.
Salles d'examen.
Bibliothèques des ports.
Tribunaux maritimes et conseils de guerre.

Les arsenaux sont des enceintes gardées, ouvertes le jour seulement aux individus dépendants du service de la marine, ou aux étrangers autorisés. Rien n'y peut pénétrer sans billets d'introduction; rien n'en peut sortir sans billets de sortie réguliers tirés d'un registre-souche, et sans avoir été soumis aux visites et fouilles facultatives des gardiens. Clôtures et issues des parties.

Les clôtures d'une pareille enceinte doivent être hautes, solides, disposées de manière que la surveillance puisse s'étendre *au dehors* et prévenir les tentatives d'escalades. Il serait utile que ces clôtures fussent crénelées pour les cas d'attaque.

Les issues principales présentent à côté d'une voie charretière, des passages pour les piétons entrants et sortants, et sont précédées et suivies de places où les hommes et les équipages puissent se ranger avec ordre pour l'entrée et la sortie. Dans quelques arsenaux on a donné à ces entrées un caractère monumental comme aux entrées des citadelles de guerre; c'est généralement un luxe tout à fait oiseux.

Bureaux et archives de l'État-major général.

Ces bureaux, devant être accessibles aux étrangers qui réclament des permis d'entrée, seraient convenablement placés à côté de l'entrée des arsenaux.

Casernements des corps organisés.

Les casernements des Corps organisés de la marine diffèrent peu, surtout pour l'Artillerie, l'Infanterie et la Gendarmerie, des casernements des Corps de même dénomination dans le département de la guerre.

Ainsi les casernements formés souvent d'un rez-de-chaussée et de deux et même trois étages, présentent des chambres planchéiées en bois ou en bitume, chauffées au besoin par des calorifères, ayant au moins $3^{m},50$ de hauteur sous-poutres, et dont les longueurs et largeurs dépendent de la largeur des lits et de leur espacement réglementaire.

Pour les lits à une place, aujourd'hui généralement en usage, on compte par homme $1^{m},10$ pour le lit, et $0^{m},50$ pour la ruelle intermédiaire. Mais souvent on accole deux lits à une place pour économiser l'espace de la ruelle intermédiaire.

Les planches à bagages, les tringles pour la suspension des chaussures, des gibernes, etc., se placent au-dessus des chevets des lits. Les tables à manger, avec les bancs, les caissons et les planches à pain, occupent le milieu des chambres; et les rateliers d'armes sont groupés autour de piliers et poteaux de supports des planchers, ou réunis aux extrémités des chambres. On joint quelquefois à ces emménagements de petites armoires pour les effets des soldats, et une vaste aiguière pour le lavage.

Les chambres des sous-officiers sont attenantes *et au fond* des chambres des soldats. Leur mobilier se borne à quelques armoires, tables et chaises.

Les corridors et escaliers principaux ont au moins 2,50 de débouché.

Les casernes sont précédées ou suivies de vastes cours pour les exercices en plein air.

Des batteries analogues aux ponts des vaisseaux, pour les exercices à couvert des Équipages de ligne et des troupes d'Artillerie, sont spécialement nécessaires à l'instruction des militaires de ces deux armes.

Les bâtiments de servitude d'un casernement complet consistent en :

Bureaux et salles de conseil pour l'état-major général et pour la comptabilité régimentaire;

En postes de garde pour les soldats et sous-officiers;

En logements d'adjudant-major et d'adjudants sous-officiers;

En cuisines pour les soldats, alimentées par des conduites d'eau et

pourvues de fourneaux économiques, dont les figures 725 des planches donnent quelques exemples, et dont le *Mémorial du génie*, n° 1, année de 1832, fait ressortir les avantages; Figures 725 des planches.

En cuisines et réfectoires pour les sous-officiers;

En cantines et logements de cantiniers;

En salles de police et cachots pour les soldats et sous-officiers;

En lieux d'aisance communs et isolés dont la bonne disposition est assez difficile, et dont la désinfection ne peut guère être obtenue qu'à l'aide de fourneaux d'appel dans le système proposé par M. le général Rohaut-de-Fleury. Ce système est représenté figures 726 des planches, et décrit dans le *Mémorial du génie*, n° 12, année 1835; Figures 726 des planches.

En lavoirs dans les cours, alimentés par des puits ou des conduites d'eau;

En ateliers d'armuriers, de tailleurs et de cordonniers;

En vastes magasins d'habillements, d'armement et de casernement, avec bureaux attenants pour les officiers chargés de ces détails;

En salles d'escrime et écoles d'enseignement pour les enfants de troupes et les soldats;

En infirmeries régimentaires avec cuisine, pharmacie et postes d'officiers de santé;

Enfin, en parcs de bois de chauffage et autre combustible.

Les casernements d'Artillerie et d'Équipages de ligne ont de plus à leurs principaux Dépôts, indépendamment des batteries découvertes et couvertes pour les exercices déjà cités, des écoles régimentaires pour les officiers et sous-officiers, avec salles de cours et de dessin séparées pour les uns et les autres, avec bibliothèques, cabinets de physique et de modèles et laboratoires de chimie, enfin des polygones à terre.

Ces polygones, pour être appropriés à tous les exercices de l'Artillerie, doivent avoir au moins 1,800 mètres de longueur et 200 mètres de largeur.

On renvoie au *Mémorial du génie*, recueil périodique déjà plusieurs fois cité, n° 6, année 1823, pour plus de détails sur les installations des casernements. L'on s'est borné à en extraire pour les figures 727 des planches, les plans d'un casernement type qui avait été proposé pour le Département de la guerre. Figures 727 des planches.

Casernements des divisions d'équipages de ligne et des Compagnies de mousses.

Les casernements des Divisions d'équipages de ligne, diffèrent de ceux de l'Artillerie et de l'Infanterie de marine, par le mode de couchage des matelots dans des hamacs, qui est le même qu'à bord des bâtiments. Ce

mode présente de grands avantages pour l'économie d'espace et même pour la salubrité; par la facilité qu'il procure, après le *branle-bas* du matin, de pouvoir faire les exercices à couvert dans presque toute l'étendue des chambrées.

Figures 728 des planches.

L'installation des hamacs s'effectue de diverses manières; les figures 728 des planches indiquent les plus usitées.

Les hamacs qui ne prennent que $0^m,55$ de largeur pour $2^m,61$ de longueur entre les points de suspension, sont placés côte à côte et forment un rideau continu aux deux extrémités duquel il y a des ruelles d'au moins $0^m,68$ de largeur.

Les chambrées, dans ce système de couchage, sont pourvues de caissons oblongs dits *bastinguages*, dont le fond est élevé au-dessus du sol; les hamacs, roulés avec leurs matelas et couvertures, y sont réunis pendant le jour.

A défaut d'espaces superficiels, on a établi quelquefois, et pour une occupation temporaire, deux plans ou étages de hamacs l'un au-dessus de l'autre, ou un plan de hamacs suspendus au-dessus d'une literie ordinaire, ainsi qu'il est représenté figures 728 des planches.

Casernements de Gendarmerie maritime.

Les casernements de Gendarmerie maritime sont comme ceux des Gendarmeries départementales, disposés par ménages, de manière que chaque gendarme ait deux pièces, toutes deux à feu. Le système d'organisation et de recrutement de ces corps dispense d'ailleurs d'une partie des servitudes d'un casernement ordinaire. Des bureaux et salles de conseils pour les officiers, des bureaux de sous-officiers, sont seuls nécessaires.

Casernements des compagnies de discipline.

Les Disciplinaires n'ont point d'armes, sont consignés en permanence dans leur caserne, n'en sortent que pour aller aux travaux pour lesquels ils reçoivent un salaire. L'organisation intérieure est la même que pour les autres corps.

Le casernement de cette classe de militaires ne diffère de celui des soldats d'Infanterie que par le grand nombre de salles de police et de cachots cellulaires qui sont nécessaires pour contenir des hommes dont la plupart ont épuisé toutes les peines de police des Corps auxquels ils appartenaient. Le mode de couchage par hamacs a été appliqué aux disciplinaires dans le cas d'insuffisance d'espace pour le couchage dans des lits.

Salles d'examen et bibliothèques des ports.

Les salles d'examen et bibliothèques, pour être accessibles même aux personnes étrangères à la Marine et sans qu'il en résulte des inconvénients

pour la police des arsenaux, sont placées ordinairement près de l'entrée de ces derniers, ou dans l'enceinte des casernements qui est elle-même déjà distincte de celle des travaux.

Les Tribunaux maritimes et Conseils de guerre permanents et de révision doivent, d'après les lois en vigueur, être accessibles au public pour les jugements. Ils ne peuvent donc se trouver que sur les rives des enceintes des arsenaux ou dans l'enceinte des casernes et dans le voisinage des maisons d'arrêt et de détention des ports. Tribunaux maritimes.

Ils se composent d'une grande salle des séances, d'une chambre des délibérations, de greffes spéciaux pour les diverses juridictions militaires, de locaux séparés pour les prévenus, les témoins à charge et pour ceux à décharge; de postes militaires; de logements de gardiens, et de lieux d'aisance.

### QUATRIÈME CATÉGORIE D'ÉTABLISSEMENTS.

*Dépendances du service des Constructions navales, confié aux officiers du Génie maritime.*

Bureaux et archives pour le directeur, les officiers et les employés de la comptabilité.
École d'application pour les officiers du génie maritime (elle est installée dans l'arsenal de Lorient.)
Écoles de maistrance (elles n'existent qu'à Brest et à Toulon).
Écoles élémentaires pour les apprentis des divers services des arsenaux.
Bureaux de maîtres et magasins d'agrès et d'apparaux pour la recette des bois, placés près des principaux lieux de recette et de dépôt.
Hangars d'abri pour les bois de construction.
Hangars et fosses pour le sciage, et scieries mécaniques.
Étuves fixes et amovibles pour plier les bois.
Hangars de construction et de dépôt des canots, chaloupes et autres embarcations, avec salles à tracer.
Halles de travail près des chantiers de construction des bâtiments de guerre, avec bureaux de maîtres.
Grandes salles à tracer les bâtiments, dites salles des *gabarits*; *id.*
Cours, ateliers et magasins pour la construction et le dépôt des mâts, vergues et hunes, avec forges et chaufferies attenantes; *id.*
Ateliers et magasins de poulierie et de tournage en bois; *id.*
Ateliers et magasins dits des *grosses œuvres*, pour cabestans, gouvernails, etc.; *id.*
Ateliers et magasins de menuiserie avec étuves de séchage pour les objets à vernir; *id.*
Ateliers et magasins de tonnellerie; *id.*
Ateliers et magasins de sculpture et écoles de dessin y annexées; *id.*
Ateliers, magasins et étuves de peinturerie; *id.*

Ateliers et magasins de corderie, comprenant les peignage, filage et commettage, les étuves à goudronner et les romaines d'épreuve ; *id.*

Ateliers et magasins pour le perçage, avec dépôts des chevilles en fer et en cuivre; *id.*

Ateliers, magasins et pigoulières pour le calfatage, avec dépôts de pompes, d'étoupes, de feutres et de feuilles à doublage en cuivre; *id.*

*Ateliers à métaux.*

Ateliers et magasins de petites forges pour serrurerie, clouterie et taillanderie, y compris les dépôts des matières brutes, des objets œuvrés, et ceux des objets de remise et de désarmement; avec bureaux de maîtres.

Ateliers et magasins de grandes forges avec mêmes dépôts; *id.*

Ateliers des martinets avec gros marteaux et chaufferies à réverbères, avec grands autels de forges et grues, annexés à ceux des grandes forges; *id.*

Ateliers et magasins d'ajustage et de tournage pour les objets ressortissant des bâtiments marchant à la voile, avec dépôts d'objets en confection préparatoire, d'objets œuvrés, et d'objets de remise et de désarmement; *id.*

Ateliers et magasins de fonderies de fonte de fer, de cuivre, de plomb; avec étuves, fours à coak, fourneaux à manches avec souffleries, fourneaux à réverbères, grues; avec dépôts de coak, de matières brutes, de modèles de châssis, d'objets ouvrés; enfin avec bureaux de maîtres.

Ateliers et hangars de chaudronnerie ordinaire, ferblanterie et travail de zinc, avec dépôts de matières brutes, d'objets ouvrés et d'objets provenant de remise et de désarmement; *id.*

Ateliers de tôlerie pour cuisines de bord, fours, et pour chaudières de machines à vapeur; avec halles de montage, dépôts de matières brutes, d'objets ouvrés et d'objet provenant de remise et de désarmement; *id.*

Ateliers de confection et de réparations d'appareils à vapeur et autres ouvrages de précision; avec halles de montage et dépôts comme ci-dessus; *id.*

Pavillons, bancs d'épreuves et romaines pour les essais de force des câbles-chaînes en fer, des cordages et autres matériaux employés dans les travaux des ports et sur les bâtiments de la flotte.

Hangars d'abri pour les bois de construction.

Les hangars d'abri sont nécessaires même dans les arsenaux où les bois sont habituellement conservés sous l'eau, afin qu'on puisse faire sécher ces derniers avant de les mettre en œuvre.

Le cube total des bois approvisionnés dans tous les arsenaux de France pour les bâtiments de la flotte en 1838, s'élevait à 240,000 stères pour le chêne et autres bois; à environ 23,000 stères pour le sapin du Nord; et à 38,000 stères pour les planches de sapin.

Les hangars pour *dépôts permanents* sont ordinairement distribués par Travées transversales, dont la largeur varie de 7 à 8 mètres; et dont la longueur ne saurait être au-dessous de 12 mètres pour les bois de chêne,

et de 20 mètres pour les billons du Nord. Les bois y sont rangés par espèces jusque sur 4 mètres de hauteur.

Les vides pour la circulation de l'air, et pour les opérations d'empilage et de désempilage, les petites ruelles qui séparent les piles, enlèvent un espace qui est ordinairement une fois et demie, et même deux fois celui du cube des bois à abriter.

Pour prévenir les effets des courants d'air transversaux qui fendraient les bois par une dessication trop rapide, on place sur les rives longitudinales des hangars, soit des ventaux tournants ordinaires de portes, ou plutôt des panneaux verticaux amovibles en bois qui s'emboîtent dans des coulisses fixées haut et bas.

Les rues qui séparent les hangars ont besoin de 15 mètres au moins pour les mouvements d'entrée, d'empilage et de désempilage des bois de chêne dans les travées, et de 23 à 24 mètres entre les hangars de dépôt des billons du Nord.

Les figures 729 des planches représentent le vaste hangar de 276 mètres de longueur sur 34$^{m}$,25 de largeur, qui a été exécuté par feu M. le baron Cachin dans le nouvel arsenal de Cherbourg. Ses combles spacieux ont pu recevoir une vaste salle des gabarits et un dépôt de modèles, et fournir de plus des locaux provisoires aux ateliers de menuiserie, de poulierie et de voilerie, qu'on a pu retirer ainsi du vieil Arsenal sur la rive est du port du commerce. Figures 729 des planches.

A l'arsenal de Lorient, cinq hangars de 10 à 12 mètres de largeur formant un développement total de 293 mètres abritent, depuis 1822, de 4,500 à 5,000 stères de bois de construction, indépendamment de près de 2,000 stères de planches du Nord remisés dans les combles.

Les hangars aux bois du nouveau chantier du Mourillon à Toulon, dont les figures 730 des planches donnent une indication, sont sur une échelle bien plus grande encore. Leur longueur totale est de 780 mètres, sur une largeur de 29$^{m}$,40. L'on suppose qu'ils suffiraient pour abriter l'approvisionnement entier en bois du port de Toulon. Figures 730 des planches.

Les piliers en maçonnerie des hangars en bois avaient essuyé le reproche de luxe superflu. Mais l'expérience a prouvé que des poteaux en bois ne résistaient pas à la poussée des bois mal arrimés et aux chocs des pièces dans l'empilage et le désempilage. Ces piliers eux-mêmes ont besoin d'être bien liés dans leurs assises et arrondis dans leurs arêtes.

Fosses à scier les bois et scieries mécaniques.

Les fosses à scier les bois sont bien plus en usage en Italie, en Hollande

Cette disposition est aussi adoptée en principe, pour les ateliers et magasins de mâtures du nouvel arsenal de Cherbourg.

Les mâtures, remontées par le travers de leur longueur dans l'*atelier intercalaire aux magasins*, seront, après leur mise en œuvre, traînées longitudinalement (mais sur *un terrain de niveau* et à l'aide de traîneaux marchant sur chemins de fer) dans les magasins attenant à droite et à gauche de l'atelier, et y seront empilées.

Leur expédition s'effectuerait, soit par une manœuvre inverse à la précédente, et en les faisant repasser par l'atelier pour se rendre à flot; soit en les faisant sortir par l'extrémité opposée des magasins, et en les faisant descendre par le plan incliné prolongé *ad hoc* jusque-là.

Les Ingénieurs du port de Lorient, pour éviter cette dernière manœuvre, et pour que les mâts pussent directement passer des magasins sur les plans inclinés de descente à la mer, avaient proposé : de recouvrir les magasins comme l'atelier par une toiture suspendue, et de fermer les devantures longitudinales par des panneaux verticaux et amovibles en bois, pareils à ceux dont il a été question pour les fermetures des travées des hangars.

M. l'Ingénieur des constructions navales Paul Leroux avait présenté pour le port de Cherbourg, un système fort ingénieux pour les manœuvres de remontage et de descente des mâtures, mâts œuvrés et vergues.

Quelle que soit la disposition adoptée, les forges et chaufferies diverses, annexées aux ateliers et magasins de mâtures, doivent en être isolées, ou être entièrement incombustibles.

Ateliers et magasins de poulierie et d'objets tournés en bois

Une immense quantité de poulies de toute espèce et dénomination, d'un type désormais à peu près invariable, entre dans le gréement d'un bâtiment de guerre, et est préparé longtemps à l'avance. La valeur totale des dépôts de poulies qui existaient en 1838 dans les arsenaux de France, était de plus de 1,801,800 fr., indépendamment de celles qui étaient en service.

La première installation de poulieries mécaniques en France a été faite au port de Lorient par un simple ouvrier anglais; elle était mue par un manége à 4 chevaux.

Le même inventeur en établit une deuxième analogue au port de Brest, où elle est encore mue par un petit cours d'eau tout à fait insuffisant.

La première de ces Poulieries, celle de Lorient, a été remplacée depuis 1827 par un nouvel atelier éclairé abondamment de trois côtés, de 25 mètres de longueur sur 13 mètres de largeur intérieure, composé d'un rez-de-chaussée, d'un premier étage, tous deux d'environ 5$^{m}$,80 de hauteur, et d'un vaste comble pour le dépôt des poulies préparées, et de celles provenant de remise et de désarmement. L'ensemble des machines de détail est mû par une machine de 12 chevaux à moyenne pression et détente, placée latéralement à l'atelier, et qui dessert en même temps les ateliers de tournage et d'ajustage d'objets en métaux.

Des projets ont été sanctionnés pour la reconstruction de la Poulierie du port de Brest dans son emplacement actuel; l'installation intérieure en a été parfaitement combinée par feu M. Lesage, officier du Génie maritime d'une grande distinction.

Elle comportera les mécanismes suivants fondés d'ailleurs sur la substitution des caisses d'assemblage en bois aux anciennes caisses massives de poulies.

| Indication des machines de détail. | Vitesse de marche. | Force motrice nécessaire. | Produit journalier de 10 heures de travail. |
|---|---|---|---|
| *Travail des caisses.* | | | |
| Une scie à tronçonner l'orme. | 100 à 120 coups par minute. | 8 hom. | 400 à 500 coupes de bois. |
| Une scie verticale de long . | 120 à 130 *Id.* | 10 | 50 à 60 mètres carrés. |
| Une scie circulaire de 35 centimètres de diamètre pour les plateaux, etc. . . | 800 tours par minute. | 8 | 1800 mèt. courants de plateaux resciés. |
| Un rabot circulaire pour aplanir. . . . . . . . . | 800 *Id.* | 8 | 800 mètres de longueur sur 24 centimètres de largeur. |
| Une scie circulaire pour partager les plateaux transversalement à leur longueur. . | 800 *Id.* | 8 | 800 à 1000 coupes par jour. |
| Un rabot pour entailler. . | 800 tours par minute. | 4 hom. | 800 mèt. courants, entaillés à queue d'hironde. |
| Deux forets pour percer les de boulons. . . . . | 500 à 600 coups par minute. | 6 | 600 à 800 trous par jour par chaque forêt. |
| Deux autres, *id.* . . . . . | 300 à 400 *id.* | 2 | 500 à 600 trous par jour par chaque foret. |
| Une machine à mortaiser. . | 60 *Id.* | 8 | 300 mortaises. |
| Une scie circulaire pour abattre. | 800 tours par minute. | 8 | 1000 coupes. |
| | *A reporter.* . . . . | 70 | |

| Indication des machines de détail. | Vitesse de marche. | Force motrice nécessaire. | Produit journalier de 10 heures de travail. |
|---|---|---|---|
| | *Report.* . . . | 70 | |
| Quatre machines à engoujer. | 800 *Id.* | 12 | Chacune engoujera 60 poulies. |
| *Travail des Riats.* | | | |
| Une scie à tronçonner le gayac. | 60 à 70 coupes par minute. | 8 | 300 coupes. |
| Deux machines à percer. . | 400 à 500 tours par minute. | 8 | Chacune percera 200 riats par jour. |
| Trois forets. . } Deux fraises. . } | . . . . . . . . . . . | 6 | |
| Une cisaille. . . . . . . . | . . . . . . . . . . . | 4 | |
| Deux alésoirs. . . . . | 200 à 250 *Id.* | 8 | Chacun alèsera 150 riats par jour. |
| Quatre tours à chariots. . . | 450 *Id.* | 8 | Chacun tournera 100 à 120 riats. |
| *Machines diverses.* | | | |
| Un banc pour tourner et forer. | 120 tours par minute. | 10 | |
| Une machine à gournables. | 240 *Id.* | 4 | 800 à 1000 gournables. |
| Six tours à bidets. . . . | 200 jusqu'à 800 *Id.* | 12 | |
| Douze tours à pointes. . . | 500 *Id.* | 12 | |
| Deux tours en l'air. . . . | | 2 | |
| Quatre meules à aiguiser. . | 1 mètre à $1^{m},50$ par seconde. . . | 4 | |
| | | 168 hommes. | |

L'édifice actuel sera reconstruit aux rez-de-chaussée, premier et deuxième étage et comble, de manière à pouvoir recevoir les machines à vapeur et la force motrice qui les alimente, et à pourvoir au dépôt de toutes les poulies préparées et de leurs divers éléments.

Le célèbre Brunel a installé dans l'arsenal de Portsmouth en Angleterre, un ensemble de machines analogues à celles du tableau précédent, mais sur une échelle plus grande encore. La description s'en trouve dans le supplément à l'*Encyclopédie Britannique* et dans la partie *Architecture navale* des *Voyages dans la Grande-Bretagne*, de M. le baron Charles Dupin.

Les mécanismes extrêmement ingénieux que M. Émile Grimpé a établis à Paris pour la fabrication de bois de fusil, de châssis vitrés de toute espèce, et d'ornements de sculpture en bois, seront peut-être applicables à quelques-uns des objets de poulierie.

Les ateliers de poulierie doivent avoir à proximité des hangars d'abri pour les billes d'orme et de gayac, et pour les plateaux débités de ces essences de bois.

Ateliers et magasins de tonnellerie avec chaufferies pour le combugeage.

Les ateliers de tonnellerie qui étaient autrefois d'une grande importance, avant l'introduction des caisses à eau en tôle, sont maintenanat restreints au barillage pour les biscuits et les vins de campagne et pour les provisions d'eau à faire dans les relâches. La valeur des objets en dépôt dans les arsenaux de France, en 1838, s'élevait encore à plus de 1,190,000 fr. indépendamment de ceux à bord des bâtiments armés.

Des dépôts de merrains, de petits barils préparés, de barils de remise et d'armement, une chaufferie pour le combugeage, sont attenants ou à proximité des ateliers.

Ateliers et magasins de grosses œuvres.

Les ateliers de grosses œuvres qui n'ont ordinairement qu'un rez-de-chaussée, sont souvent attenants à ceux de scieries mécaniques ou de poulierie, afin de pouvoir profiter temporairement, pour quelques-unes de leurs mains-d'œuvres, de la portion disponible des forces motrices affectées à ces derniers ateliers. A côté des locaux pour les travailleurs, qui ont besoin de beaucoup de hauteur (au moins 6 mètres pour le montage des cabestans), sont des dépôts de bois bruts, d'objets œuvrés et d'objets de remise. Une série d'ouvertures charretières convient pour la façade de ces établissements.

Le nombre d'objets en dépôt dans tous les arsenaux de France, en 1838, était indépendamment de ceux à bord des bâtiments, de plus de 3,40 valant plus de 958,000 fr.

Ateliers et magasins de sculpture et écoles de dessin annexées.

L'importance qu'on attachait autrefois à la décoration extérieure des poupes et proues des navires, et surtout des galeries, avait fait créer dans les arsenaux de véritables écoles de sculpture en bois. Le célèbre Puget avait dirigé celle de Toulon.

Aujourd'hui ces décorations ne consistent qu'en quelques pilastres, frontons et guirlandes à la poupe, et en une statue qui se projette sur l'eau à l'avant, et dont les dimensions sont en rapport avec la grandeur des bâtiments de guerre. L'exécution de cette statue exige une hauteur de 6 mètres au plus dans l'emplacement où elle est montée.

Les ateliers de sculpture et les écoles de dessin qui y sont annexées ont besoin de beaucoup de jour, et qu'il ne vienne que d'un seul côté. Ordinairement une suite de galeries modèles et de statues forme le pourtour intérieur des salles de travail.

Ateliers et magasins de menuiserie et d'objets d'ameublement, avec étuves à vernir et fourneaux à colle.

Les ateliers de menuiserie sont presque déserts lorsqu'il n'y a pas d'armements. Ils se remplissent d'ouvriers pour le travail d'une foule d'installations intérieures dans les divers ponts des navires en armement, lesquelles dépendent de leur destination, de la composition de l'état-major, du nombre et de la qualité des passagers, etc., etc.

Bien qu'une partie de ces travaux s'exécute à bord, les ateliers de menuiserie des constructions navales, ont besoin de vastes locaux pour les établis des ouvriers, et surtout pour les dépôts : 1° de bois resciés longtemps à l'avance, et dont la dessication est indispensable pour les boiseries des navires; 2° des objets d'ameublement, dont le nombre total, dans les arsenaux de France, en 1858, était de 2,800 valant environ 744,400 fr., indépendamment de ceux en service à bord des bâtiments armés.

La menuiserie de l'arsenal de Brest occupe le premier étage et les combles d'un bâtiment d'environ 180 mètres de longueur sur 11$^{m}$,70 de largeur; mais elle n'a de jours bien éclairés que d'un seul côté.

La menuiserie de l'arsenal de Lorient occupe un premier étage et des combles avec un développement total de 90 mètres de longueur sur 10 mètres de largeur moyenne, et 4 mètres de hauteur sous poutres. Les jours y sont grands et placés des deux côtés sur une moitié de la longueur.

Un atelier de menuiserie bien installé présente sur chaque rive une suite d'établis placés perpendiculairement aux murs de face, et une allée centrale de passage.

On avait eu la pensée d'installer dans les ports sur une grande échelle des machines à raboter, et à bouveter les planches, mues par des machines à vapeur. Mais les intermittences du travail auraient rendu l'intérêt du capital d'achat cumulé avec les dépenses d'entretien, supérieur à l'économie de main-d'œuvre.

Les fourneaux à chauffer la colle, les étuves à vernir, sont relégués à une extrémité des ateliers, et en sont complétement isolés par des parois incombustibles.

Les ateliers de menuiserie sont dans la catégorie de ceux qu'il conviendrait peut-être de préserver, par des fermetures métalliques, des atteintes du feu venant du dehors.

Ateliers, magasins et étuves de peinturerie.

Les ateliers de peinturerie sont comme les précédents soumis à des variations très-grandes dans le personnel des ouvriers, suivant les intermittences des armements.

Dans quelques arsenaux, on a substitué à la main-d'œuvre des hommes

des machines spéciales mises en mouvement par des chevaux ou par des moteurs à vapeur. Mais ici encore les intermittences de travail rendraient souvent onéreux l'emploi de ces machines.

La partie des ateliers de peinturerie qui est consacrée à l'application de la peinture sur des toiles et autres objets portatifs, a besoin de beaucoup d'air et de ventilation.

Les dépôts d'huiles siccatives et d'essences seront au contraire placés dans des caveaux incombustibles où l'air ne se renouvelle pas. Les parois en maçonnerie seront du reste préférables aux parois métalliques qui seraient trop conductrices du chaud et du froid.

Les étuves seront isolées et incombustibles, et chauffées par des conduits d'air chaud partant d'un calorifère extérieur, ou par des tuyaux de vapeur. Leur grandeur dépendra, du reste, de celle des objets les plus volumineux à y faire entrer.

Bien que l'emploi des câbles-chaînes ait réduit la quantité et la grosseur des cordages en chanvre de la marine militaire, et qu'il ait été question de substituer le fil de fer aux manœuvres *dormantes* des gréements, les locaux nécessaires à une corderie, et qui sont ordinairement réunis dans une enceinte distincte, forment encore un établissement de premier rang dans les arsenaux. **Ateliers de corderie, comprenant ceux de peignage, filage, commettage, les étuves à goudronner, etc., etc.**

L'ancienne corderie de Venise et celle voûtée de Toulon, représentées figures 731 des planches, sont de véritables monuments. **Figures 731 des planches.**

Le mode de préparation exigé aujourd'hui pour les chanvres livrés à la Marine militaire de France, dispense des ateliers d'espadage qui étaient encore en activité il y a 12 à 15 ans; et les chanvres avant le filage ne sont plus que *peignés*.

Cette opération, qui est très-préjudiciable à la santé des ouvriers, n'a pas encore été l'objet de machines de détail. Elle exige des ateliers dont le plancher soit élevé au-dessus du sol, bien aérés de tous côtés, et cependant à l'abri à la fois du soleil et des pluies. La hauteur sous poutres doit être au moins de 4 à 5 mètres. Souvent les peigneries sont installées dans les étages supérieurs des fileries et ateliers de commettage. **Peigneries.**

La peignerie actuelle de l'arsenal de Cherbourg a 50 mètres de longueur sur 9 mètres de largeur, et $4^{m},60$ de hauteur intérieure, et admet simultanément 30 ouvriers peigneurs, dont 15 sur chaque rive, espacés de 3 en 3 mètres.

Les fileries sont quelquefois découvertes, mais plus généralement cou- **Fileries.**

vertes ; elles ont une longueur d'au moins 200 mètres, et une largeur réglée à raison de 2$^{m}$,30 pour chaque rouet de 11 fileurs, lorsqu'il y a des rouets aux deux extrémités de la filerie.

Les fileries sont établies dans les étages supérieurs ou combles au-dessus des locaux pour le commettage. On a soin d'éviter à la fois les pluies et l'action directe des rayons solaires, et de maintenir à peu près une température uniforme à l'aide d'une ventilation abondante.

On a récemment cherché à remplacer le système des fileries ordinaires par un autre où les ouvriers resteraient assis.

Étuves. Les fils *carrets* qui sont destinés à être goudronnés passent, en sortant des mains des fileurs, dans des chaudières où le goudron est liquéfié par une chaleur analogue à celui du *bain-marie*. Ces chaudières doivent être situées aux extrémités opposées des fileries où l'on travaille dans les deux sens. Les fils, après avoir traversé le bain de goudron, se dégagent de l'excédant en traversant plusieurs fils qui font l'effet de *grattes*, et vont s'enrouler sur les *tourets*.

Les étuves intérieures aux fileries ont été longtemps redoutées, à raison des chances d'incendie, et l'on préférait enrouler sur les tourets les fils sortant des mains des cordiers pour les porter dans des étuves isolées, où il fallait les dérouler de nouveau.

Mais ces chances ont été bien diminuées par l'isolement intérieur des étuves, l'incombustibilité de leurs parois, et par l'application de tuyaux de vapeur d'eau à la liquéfaction du goudron. Ces tuyaux ont, en outre, l'avantage d'empêcher le goudron d'être altéré par la chaleur.

Autrefois on goudronnait aussi les cordages *en pièces* après les avoir séchés dans des étuves attenantes aux locaux où étaient les chaudières. On plaçait la pièce de cordage sur des grillages en bois ou en métal, soutenus par des *palans ;* on les faisait ainsi plonger dans le goudron liquéfié ; puis on les retirait pour les placer dans une pièce dite *égouttoir*, qui était hermétiquement fermée.

Atelier de commettage. La moindre longueur d'un atelier de commettage est de 310 mètres entre les points extrêmes du travail. La moindre largeur pour un seul chantier à commettre est de 4 mètres ; la hauteur sous poutres peut n'être que de 2$^{m}$,60. L'aire de ces ateliers est ordinairement en bois de chêne d'au moins 5$^{m}$,5 d'épaisseur, pour résister aux frottements et passages des chariots, et elle est formée de planches étroites et jointives. Les dallages en bitume seraient peut-être préférables.

Le nouveau chariot de commettage pour les fileries, qui est dû à M. Hubert, directeur des constructions navales à Rochefort, et dont le mouvement de translation se transforme en mouvement de rotation sur les faisceaux de fils, est tantôt traîné par des hommes, tantôt tiré à l'aide d'un manége comme à la corderie de Cherbourg, et même par une machine à vapeur, comme en Angleterre. Des chemins de fer ont été établis à l'atelier de commettage de Lorient pour rendre plus facile la progression du chariot.

Les magasins de fils *carrets*, enroulés sur *tourets*, sont situés ordinairement dans le voisinage des fileries et ateliers de commettage. Ils doivent être frais et secs, et pourvus d'ouvertures nombreuses qu'on puisse fermer à volonté. Les fils dépériraient dans un endroit très-chaud, et s'échaufferaient et pourriraient dans des lieux humides. Magasins de fils *carrets*.

Le sol doit donc être élevé et formé d'une aire en planchers, en béton ou en bitume. Sur ce sol, on établit de fortes lambourdes, puis, au-dessus, un grand nombre d'étages de plates-formes horizontales à claire-voie, qui laissent circuler l'air au-dessous et au-dessus des tourets.

L'importance de ces magasins ressortira du chiffre de l'existant en fils *carrets*, qui était, en 1838, dans les arsenaux de la Marine française, de 3,734,239 kilogrammes, valant environ 2,890,000 fr.

La corderie de l'arsenal de Portsmouth, en Angleterre, a 335 mètres de longueur sur 16 mètres de largeur, et présente, au-dessus du rez-de-chaussée qui sert de commettage, deux étages pour le peignage, le filage et le dépôt des fils carrets.

La corderie d'Anvers, représentée figures 732 des planches, formée d'un rez-de-chaussée et d'un vaste comble, présente une partie centrale de 262 mètres de longueur; et aux deux extrémités de cette zône sont des ateliers de peignage et des dépôts de fils carrets, chacun de 48 mètres de longueur. La largeur intérieure commune est de 19 mètres divisés en trois nefs, dans la zône centrale par des lignes de poteaux, et dans les parties extrêmes, par des murs de refend. Figures 732 des planches.

La hauteur du rez-de-chaussée est de $4^{m},90$; celle du comble au milieu la largeur est de $6^{m},50$.

Les deux corderies *haute* et *basse* de l'arsenal de Brest, représentées figures 733 des planches, et qui s'étendent parallèlement aux quais de la rive gauche du port de Brest, ont, l'une environ 390 mètres de longueur sur $9^{m},76$ de largeur intérieure; l'autre, 325 mètres de longueur Figures 733 des planches.

sur 7$^{m}$,80 de largeur. Elles contiennent moyennement 19 roues de fileurs, dont le produit annuel est évalué à 2 millions de kilogrammes; mais la consommation pour le grément d'un seul vaisseau a été évaluée à 391,000 kilogr.

La corderie de Rochefort, de 380 mètres de longueur sur 8 mètres de largeur, possède un rez-de-chaussée pour le commettage, et un premier étage pour le filage.

La combustibilité des matières employées dans les corderies, celle des déchets de peignage et de filage, et de la poussière filandreuse qui se dépose sur toutes les parois et jusque sous l'ardoise et la tuile des toitures, doivent déterminer à isoler complétement ces ateliers des atteintes extérieures du feu, par des toitures et fermetures métalliques.

On a vu qu'à la corderie de Toulon, on avait eu recours au moyen dispendieux des voûtes en maçonnerie.

La nouvelle corderie de l'arsenal de Plymouth, en Angleterre, est entièrement incombustible, et il n'y entre pas un seul morceau de bois. Suivant la description qu'en fait M. le baron Charles Dupin, cet établissement présente une rangée longitudinale de piliers au milieu de la largeur. Les poutres et solives, en fonte, des planchers s'appuient sur les piliers et sur les murs de face; de longues dalles en pierre forment l'aire supérieure. Le toit métallique est analogue à celui des hangars des docks des Indes occidentales à Londres. Des fermes très-rapprochées et des lattes en fer forgé portent l'ardoise.

A Portsmouth, on s'est borné à doubler en tôle le dessous des planchers.

Les figures 22, 23, 24, 25 des planches représentent diverses combinaisons de planchers métalliques applicables aux bâtiments des corderies.

Les corderies étant des ateliers de fabrication préparatoires, sans relations directes avec les bâtiments à flot, peuvent être sans inconvénient relégués dans les zones reculées de l'enceinte des arsenaux, et dirigées suivant les longs côtés des murs de clôture.

Ateliers, magasins et pigoulières de calfatage.

Ces établissements seront peu éloignés des quais, et le plus rapprochés que possible des ateliers et chantiers de construction et de réparation des embarcations et bâtiments de servitude, et des formes de radoub, bassins et grils de carénage.

Leur distribution et installation doivent être telles :

Que les goudrons et brais soient dans des locaux isolés et incombustibles ;

Que les étoupes, dont l'existant, en 1838, pour tous les arsenaux de la Marine française, était de 741,700 kilog., soient également dans des locaux secs, aérés et incombustibles ;

Que les dépôts de pompes de toute espèce aient au moins 14 à 15 mètres de longueur, et se prêtent facilement aux mouvements d'entrée et de sortie de ces objets, et à leur classement par espèces ;

Ces dépôts seront à la fois frais et secs, pour éviter que les cuirs des garnitures deviennent trop durs, et que le hâle ne gerce les corps de pompes en bois ;

Enfin, que les emplacements de feuilles à doublages soient élevés au-dessus du sol, et offrent une base solide aux piles de feuilles superposées.

Les pigoulières sont fixes ou amovibles. Les premières sont placées dans le voisinage des chantiers où les calfatages et brayages ont lieu habituellement. On pourrait aussi leur appliquer le chauffage au bain-marie et à la vapeur. Quelquefois on les abrite par des toitures métalliques.

Ateliers et magasins de petites forges, de serrurerie, de clouterie et taillanderie.

Ces divers ateliers, qui sont tantôt réunis, tantôt séparés, sont établis, particulièrement ceux de serrurerie, le moins loin que possible des lieux d'armement.

Comme on n'y confectionne que des objets de même dénomination et forme, dont la principale dépense est en main-d'œuvre, et que celle-ci, d'ailleurs, consiste plus en burinage, limage et ajustage qu'en travail de forges, les ateliers proprement dits présentent ordinairement dans la zône centrale du rez-de-chaussée, une ou deux lignes de feux ou groupes de feux. Les dossiers de ces feux sont dirigés dans le sens longitudinal des bâtiments, ou à 45° sur l'axe principal, comme dans les figures 734 des planches. Quelquefois on dispose les feux par rangées de deux feux, chacune avec dossiers dans le sens transversal. Les établis des limeurs, dans l'un et l'autre cas, sont développés sur les rives de l'atelier devant les jours. Ces derniers correspondent ordinairement aux intervalles des feux.

Figures 734 des planches.

Une pareille installation exige que l'atelier ait au moins,

Avec une seule ligne de feux, $9^m,80$ de largeur intérieure ;

Avec deux lignes de feux, 12 mètres de largeur intérieure ;

Les soufflets étant suspendus d'ailleurs à $2^m,50$ au-dessus du sol, de manière que la circulation soit possible au-dessous, la hauteur sous poutres ne saurait être au-dessous de 4 mètres.

Les intervalles *libres entre les rives* des feux ou groupes de feux devront être au minimum de 3 mètres.

A défaut d'espace au rez-de-chaussée, on installe au premier étage des bancs de limeurs sur les deux rives, et d'autres dans la zône centrale entre les tuyaux des cheminées des feux du rez-de-chaussée. Un deuxième étage ou un comble spacieux, l'un ou l'autre plafonné, présenteront un grand nombre d'armoires à étagères, et divisées par compartiments, pour ranger suivant les classifications de la nomenclature générale, les 1,200 à 1,500 articles de diverses dénominations, formes et dimensions, en fer ou en cuivre, pour ferrements, quincaillerie et taillanderie, qui seront fabriqués particulièrement dans les ateliers eux-mêmes, ou qui viendront du dehors, et auront été pris en recette.

La valeur de l'existant dans tous les arsenaux de France, en 1838, indépendamment de ce qui était à bord des bâtiments, représentait une valeur de 4,884,900 fr. Dans cette valeur, les clous de fer entraient pour 1,861,700 kil., et ceux de cuivre pour 598,700 kil.

Figures 734 des planches.

Les figures 734 des planches représentent le nouvel atelier de serrurerie, taillanderie, et cuisines de bord, exécuté récemment au port de Lorient.

Les autels de petites forges sont ordinairement accolés deux par deux sous les mêmes hottes et tuyaux de cheminée. Leur forme est quadrangulaire en plan. Les autels de forges de clouterie sont ou demi-circulaires, avec dossier dans le diamètre du demi-cercle; ou complétement ronds, afin que les ouvriers puissent se ranger sur leur pourtour. Dans cette dernière forme, le foyer est au centre, et l'air arrive de bas en haut.

Les autels de forges en maçonnerie avec rives en pierres de taille résistent mal au feu et sont promptement disloqués. M. Fauveau, ingénieur des constructions navales, y a substitué, avec grand avantage, au port de Lorient, dans ces dernières années, des autels en fonte de fer formés de pièces démontables.

Figures 735 des planches.

Les figures 735 des planches donnent l'indication d'un groupe d'autels de petites forges ainsi installé. En dessous de l'encadrement, et entre les supports verticaux de ces autels, se placent les dépôts de charbon et de cendres, et les bailles d'eau qui servent à tremper ou refroidir les pièces sortant du feu.

Les dossiers verticaux des autels et hottes pourraient être encadrés également par des pièces en fonte de fer qui contiendraient la maçonnerie de

remplissage et faciliteraient les fréquents renouvellements de la portion de ces maçonneries qui enveloppe les tuyères des soufflets.

Les hottes des feux ou groupes de feux sont en saillie sur trois côtés, et les dossiers eux-mêmes forment le quatrième côté. Ces hottes peuvent descendre jusqu'à $0^m,90$ au-dessus des autels des forges dans les ateliers dont il est question ici, et être très-évasés par le bas.

Elles sont exécutées ordinairement avec une couche à plat de briques minces maçonnées avec du plâtre, et sont supportées dans le bas par des encadrements horizontaux en fer forgé ou en fonte de fer. Ces encadrements sont soutenus eux-mêmes par des tirants en fer forgé, verticaux ou inclinés, lesquels sont suspendus aux poutres du plafond ou aux murs dossiers des autels.

On a aussi exécuté des hottes en feuilles de tôle en fer commun.

Les hottes doivent toujours être indépendantes des tuyaux conducteurs de fumée qui leur sont superposés, afin qu'on puisse les renouveler sans avoir à démolir ou à étayer ces derniers.

Les tuyaux sont exécutés, tantôt avec parois en briques de 10 centimètres d'épaisseur, maçonnés en plâtre ou mortier, avec section rectangulaire intérieure de 30 mètres sur 30 centimètres; et tantôt en colonnes ovales de fonte en fer de tôle de $0^m,20$ à $0^m,25$ de diamètre. Ils sont appuyés sur les dossiers des feux, ou suspendus aux poudres des étages supérieurs et à la charpente des combles. On les isole quelquefois par une cage en briques ou en tôle, des divers étages qu'ils traversent.

Les têtes ou *souches* de tuyaux doivent dépasser d'au moins un mètre les points culminants de la toiture, pour que le tirage ne soit pas affaibli.

Le poussier de charbon, dans les ateliers à feu, se répand dans tous les sens, monte jusqu'aux combles, se dépose sous l'ardoise, pour peu qu'il y ait de fumée, et pourrait être un élément actif de propagation d'un incendie dont le foyer serait intérieur ou extérieur.

On parvient à intercepter la fumée en plafonnant le rez-de-chaussée et les divers étages. Ces plafonds, pour plus de sûreté, doivent être exécutés en lattis de fer feuillard. Des fermetures métalliques seraient un surcroît utile de précautions.

Le sol des ateliers en question peut être en terre battue, partout où l'on ne travaille que le fer ou la tôle; mais il est en dallage dans les emplacements où l'on met le cuivre en œuvre.

L'introduction dans les arsenaux et dans la navigation des machines à

Ateliers et magasins de grandes forges.

vapeur et autres appareils de précision ; la substitution du fer au bois et aux cordages dans beaucoup d'ouvrages de la construction et de l'armement des bâtiments de guerre ; le fini d'exécution donné aujourd'hui aux objets en fer, qui n'étaient autrefois que grossièrement ébauchés ; l'impossibilité de préparer à l'avance tous ceux des objets en fer qui se rapportent aux emménagements, ont rendu insuffisants la plupart des ateliers de grandes forges existants dans les arsenaux.

Ainsi, au port de Brest, l'atelier de ce nom, situé au nord des formes sèches de Recouvrance, qui avait 101 mètres de longueur environ sur $11^{m},40$ de largeur, et qui contenait 56 feux , a été doublé, et réclame encore des augmentations. Le nombre total de 202 feux existants pour le service seul des constructions navales à Brest, a été reconnu encore beaucoup trop faible.

Un atelier de grandes forges est en rapport à la fois avec les travaux de construction, et avec ceux de refonte et d'armement des bâtiments de guerre. Sa position doit donc être à peu près centrale, relativement aux cales, formes et bassins d'armement.

De vastes locaux fermés sont indispensables aux dépôts des fers bruts, du charbon, des grosses pièces à réparer, et des câbles-chaînes (1).

A raison de l'encombrement et du poids des pièces à mettre au feu et à préparer sur l'enclume ; des grues fixes qui opèrent ces mouvements ; de l'espace nécessaire aux coups des frappeurs, qui sont à toute volée ; des établis qui se développent le long des rives ; il faut ici des dimensions d'espacement de feux, des largeurs et des hauteurs bien supérieures à celles d'un atelier de forges ordinaire.

Les dépôts d'objets œuvrés, ceux de remise et de désarmement à visiter et réparer, exigent aussi de grands emplacements, dont une partie au moins doit être au rez-de-chaussée pour les pièces de forges volumineuses et pesantes.

Diverses dispositions ont été prises pour les autels de feux de grandes forges. Dans quelques ateliers, on a placé leurs dossiers sur le pourtour d'un polygone ou d'un cercle.

Le nouvel atelier de forges de l'arsenal de Chatam a été exécuté de

(1) Ces derniers seuls figurent dans l'existant du matériel de la marine au 1er janvier 1839 (indépendamment de ce qui était à bord des bâtiments armés) pour 233,260 mètres, valant 9.931,700 fr.

1806 à 1808 sur 160 mètres de longueur, et moyennant une dépense d'environ 771,000 francs. Les feux y sont rangés à quelques décimètres de l'un des murs longitudinaux, et font face à l'autre. Une trentaine de fenêtres, espacées à 5 mètres d'entr'axe, correspondent aux intervalles des feux.

A l'arsenal de Plymouth, les feux sont établis dans un espace quadrangulaire intérieur de 64 mètres, et sont au nombre de 48, ce qui affecte à chaque feu une surface d'environ 87 mètres carrés.

La disposition qui semble la meilleure est celle des grandes forges d'Anvers, représentées figures 736 des planches. Elle a été imitée d'abord dans les nouvelles forges du port de Lorient, retracées figures 737 des planches, puis dans les nouvelles formes définitives de l'arsenal de Cherbourg.

Figures 736 des planches.

Figures 737 des planches.

Les dossiers des deux lignes de feux y sont rangés parallèlement à l'axe longitudinal du bâtiment, et sont séparés par une rue dont le milieu correspond à cet axe, et qui est affecté aux soufflets ou aux tuyaux d'air des souffleries mécaniques. Ces dossiers sont réunis par des arcades qui concourent à supporter la charpente du comble.

Les fenêtres des deux murs de face sont dans les mêmes axes transversaux que les arcades, et sont garnies de bancs de limeurs.

La largeur intérieure des forges d'Anvers est de 19$^{m}$,50 ; la hauteur sous poutres est de 5,50. La rue centrale des dossiers de forge a 5$^{m}$,50.

Les entr'axes des feux de la même rangée sont de 6,80 ; l'intervalle entre les deux autels voisins de deux feux différents et consécutifs, est de 4 mètres.

Deux toits accolés chacun à deux versants, recouvrent le bâtiment ; mais les combles n'en sont pas utilisés.

La largeur intérieure des nouvelles forges de Lorient a pu être réduite à 16$^{m}$,20 ; la hauteur sous plafond a été portée à 6,20 ; la rue centrale n'a que 2$^{m}$,50 ; les entr'axes des feux sont de 7$^{m}$,08 ; et l'intervalle entre deux autels consécutifs de la même rangée est de 4$^{m}$,50. Une seule charpente couvre le bâtiment ; et le comble est installé pour servir aux dépôts d'objets confectionnés ou d'objets provenant de remises et de désarmements.

Les dossiers des feux sont encadrés aux nouvelles forges de Lorient, chacun par deux piliers verticaux en granit, et par une plaque de fonte de fer qui les couronne et les relie, et porte à la fois les maçonneries des reins des arcades intercalaires aux dossiers. On peut ainsi renouveler à volonté la maçonnerie de remplissage, varier la position des tuyères, transformer un feu avec un seul grand autel de première classe, en feu à deux autels de quatrième classe accolés, et intercaler les appareils à air

Figures 738 des planches.

chaud représenté figures 738 des planches, et dont l'usage commence à se propager.

On a profité de la profondeur à laquelle il fallait fonder sur le terrain solide, les dossiers des forges des deux rangées, pour établir entre eux un long caveau voûté destiné au dépôt du charbon.

Les autels de forges en pièces de fontes démontables, l'indépendance des hottes et des tuyaux conducteurs de fumée ont été réalisés ici, comme il a été dit plus haut pour les ateliers de petites forges et de serrurerie.

Figures 739 des planches.

Les figures 739 des planches indiquent quelques autels de forges de première classe.

Comme les hottes s'arrêtent dans le bas à plus de 1m,50 au-dessus des forges, la fumée du feu de charbon s'élève difficilement dans les tuyaux conducteurs. De plus, l'inégalité de chaleur des colonnes d'air dans les divers tuyaux du même atelier, pendant les diverses phases du travail, détermine des courants d'air descendants qui refoulent la fumée.

Ces effets ont lieu aux nouvelles forges de Cherbourg, où les poutres du comble ne sont pas plafonnées, comme aux forges de Lorient où un plafond général sépare le rez-de-chaussée des combles. Cette fumée obscurcit les ateliers, les rend moins salubres; et quand elle est refroidie, elle dépose sur tous les points et jusque sous l'ardoise une poussière très-tenue qui serait fort dangereuse en cas d'incendie.

On a inutilement cherché à faire disparaître cet inconvénient par des appels d'air froid, et par des tuyaux d'évacuation spéciaux.

Aux forges de Plymouth et de Chatam, on a décomposé la toiture générale en trois parties, pour l'évacuation de la fumée : une centrale à deux versants; et deux latérales à un seul versant. Un vide vertical et longitudinal sépare le bas de chaque versant de la toiture centrale, du haut du versant unique de chaque toiture latérale. Ce vide est subdivisé en compartiments garnis de jalousies à lames verticales, par les intervalles desquelles la fumée peut s'échapper.

Mais on a remarqué dans les arsenaux français, qu'une disposition de ce genre exposait les ouvriers à des courants d'air froid plus nuisibles à leur santé que la présence de la fumée. Peut-être réussirait-on mieux, en donnant aux tuyaux extrêmes de la ligne des feux, et à quelques-uns de la partie centrale, une hauteur beaucoup plus grande qu'à tous les autres, de manière qu'ils fussent comme des *cheminées d'appel*.

Les nouvelles forges de Lorient, comme celles de Cherbourg, sont

pourvues de souffleries mécaniques mises en mouvement par des machines à vapeur. L'air est conduit par de grands tuyaux de 30 à 40 centimètres de diamètre, en cuivre ou même en bois bien calfaté.

L'expérience a prouvé qu'il est inutile de ménager des réservoirs d'air pour maintenir ce dernier à la même tension; les tuyaux, par leur grand développement, en tiennent lieu. Du reste, les ventilateurs à force centrifuge, battant 130 à 140 coups par minute, ont été reconnus de beaucoup supérieurs aux souffleries à piston et autres; à raison de leur modique prix d'achat (900 à 1000 fr.); du peu de place qu'ils occupent (environ 1 mètre carré de surface); et de la faible force motrice qu'ils exigent.

Les dépôts *annexes* des grandes forges, pour les câbles-chaînes et cabestans, et autres objets pesants et volumineux, ne sauraient être qu'au rez-de-chaussée. On en appréciera l'importance par les chiffres suivants, de l'existant en 1838, dans les arsenaux de la Marine française, indépendamment de ce qui était en service :

233,260 mètres courants de câbles-chaînes;

Et 1,700,000 kilog. de grosses pièces de fer;

Ayant ensemble une valeur de plus de 12,423,800 fr.

Les ateliers des grandes forges sont très-exposés aux incendies; et cependant les précautions prises dans les arsenaux ont toujours suffi pour les préserver du feu. Il n'en serait pas moins fort convenable d'exécuter en métal les charpentes et fermetures, et de ne laisser en bois que les planchers et compartiments des dépôts d'objets ouvrés.

Ateliers des martinets avec fours de chaufferie à réverbère, grues de service et grands autels de forges.

Les désarmements et les démolitions produisent dans les arsenaux des quantités énormes de vieux fer et de ferraille dont la transformation en fers de service ne se fait avec économie que par l'emploi de fourneaux de chaufferie à une température très-élevée, et de martinets, gros marteaux et laminoirs.

D'autre part, les soudures pour les réparations de fortes ancres, de mèches de grands cabestans, de câbles-chaînes, et de grands arbres de bateaux à vapeur, ne sont praticables que par les mêmes moyens. La Marine militaire ne pouvait plus différer à les établir dans chacun de ses arsenaux.

Déjà, dans l'enceinte même du nouvel atelier des forges de Lorient, et dès l'origine des projets en 1827, les emplacements de gros marteaux-laminoirs, fourneaux de chaufferie, autels de forges, grues de service, étaient marqués ainsi que l'indiquent les figures 737 des planches.

Figures 737 des planches.

Un prolongement de 41$^m$,60 qui s'effectue aujourd'hui au sud des grandes forges de Cherbourg, et sur une largeur intérieure de 17$^m$,20 et une hauteur de 6$^m$,24 du sol à la corniche, aura la même destination. Une machine spéciale de 16 chevaux avec appareils évaporatoires pour une force de 25 chevaux, y sera affectée à des opérations dont les projets ont été préparés par M. Lamestre, Ingénieur des constructions navales.

Enfin, M. Fauveau, Ingénieur des constructions navales, a dressé pour l'arsenal de Brest, les projets d'un atelier des martinets, dont les figures 740 des planches donnent l'indication.

Figures 740 des planches.

A l'arsenal de Woolvich, en Angleterre, il existe un atelier analogue dont la description est donnée par M. le baron Charles Dupin, dans la partie *Architecture navale* de ses voyages en Grande Bretagne. Les figures 741 des planches s'y rapportent.

Figures 741 des planches.

On renvoie à la Métallurgie de Karstein, aux *Manuels métallurgiques* de MM. Pelouze et Landrin, et aux Annales des Mines, pour les installations, formes, dimensions, et modes de fabrication et d'exécution des gros marteaux, fourneaux à chauffer et laminoirs.

Les ateliers de martinets ne comportent pas d'étages au-dessus des rez-de-chaussée, et nécessitent des fermetures et des toitures métalliques. Le sol est formé en terre battue, sauf dans les trajets des fourneaux et autels de forges aux marteaux, martinets et laminoirs, où il est recouvert de plaques en fonte de fer.

Ateliers de tournage et d'ajustage pour les divers objets du matériel naval.

Ces ateliers doivent être dans le voisinage des précédents, et s'il est possible desservis par les mêmes machines motrices. Ces machines étant ordinairement à moyenne pression et *à détente*, se prêtent, par un chauffage plus actif, à de grandes variations dans les travaux *simultanés*.

On peut installer, du reste, ces ateliers dans des édifices à plusieurs étages, en laissant aux rez-de-chaussée les grands tours et les objets volumineux et pesants. Le mouvement se transmet en hauteur à l'aide d'arbres de renvoi et de courroies de communication.

Il est désirable, pour la facilité des installations des tours et autres mécanismes, que le rez-de-chaussée et les divers étages ne présentent aucuns supports dans l'espace compris entre les murs de rive.

Beaucoup de lumière; des planchers très-rigides et qu'on puisse percer sur un grand nombre de points pour le passage des courroies de communications intérieures d'un étage à l'autre; un dallage en pierres au rez-de-chaussée, entremêlé de plaques en fonte à *mailles* pour les diverses

positions des supports amovibles des tours, sont les conditions principales de ce genre d'ateliers.

Celui qui a été exécuté il y a quelques années au port de Lorient, sur une échelle trop restreinte, a 22$^{m}$,26 de longueur sur 9$^{m}$,80 de largeur intérieure, et 5$^{m}$,60 de hauteur, et se compose d'un rez-de-chaussée et d'un comble. Les principaux arbres de transmission de mouvements y sont supportés par une sorte de grillage en bois à *l'entresol* analogue à celui que représentent les figures 21 des planches. Figures 21 des planches.

Les ateliers d'ajustage doivent présenter du reste de nombreux dépôts distribués avec ordre pour les objets confectionnés et les objets de remise et de désarmement.

---

# RÉSUMÉ DE LA QUARANTE-TROISIÈME LEÇON.

## SUITE DES ÉTABLISSEMENTS CIVILS DES ARSENAUX.

*Suite des Établissements dépendants du service des Constructions navales. — Établissements dépendants du service des Mouvements. — Établissements dépendants du service de l'Artillerie. — Établissements dépendants du service des subsistances.*

Ateliers de fonderie de métaux, avec fours à coak, étuves, fours à manche et à réverbère, grues de service.

Ces ateliers, qui n'existaient dans quelques arsenaux que pour les objets ressortissant du service d'artillerie, sont devenus de première urgence, par les mêmes causes qui ont forcé de développer tous les ateliers de forges et d'ajustage.

Ils se composent : de casse-fontes isolés ; de fours à coak pour l'épuration du charbon ; de hangars et de caveaux bien secs pour le dépôt du coak, de la capacité d'environ 500 mètres cubes ; de grands locaux de moulage avec étuves annexées ; d'une halle de *coulage*, autour de laquelle sont disposés des fourneaux à manches avec souffleries et des fourneaux à réverbères. Cette halle est pourvue d'ailleurs de puits parfaitement secs pour le coulage vertical de longs cylindres creux, de grues pour porter les *poches* ou *cuillers* de métal liquéfié, et pour manœuvrer les châssis de moulage.

Enfin, les dépôts de modèles et de châssis, de matières brutes, d'objets confectionnés, doivent être à proximité d'une fonderie.

Les fonderies existantes ne sont pas toutes sur une pareille échelle. Dans un grand nombre, le moulage a lieu sur les rives, et dans l'intérieur de la halle de *coulage*, dont le sol est formé d'une couche épaisse de sable de fondeur. Quelques-unes n'ont que des fourneaux à manches.

Les deux fonderies les plus récemment installées dans les ports sont : celle de Lorient, par M. Fauveau, officier du Génie maritime, représentée figures 742 des planches ; et celle de Cherbourg, exécutée postérieurement.

Toutes deux ne sont pas encore complétement pourvues de lieux de

dépôt de modèles et châssis. La halle de coulage de la première a 22$^{m}$,26 de long sur 14 mètres de largeur intérieure, et 6 mètres de hauteur de murs de face. La seconde a 17$^{m}$,40 de longueur sur 17$^{m}$,20 de largeur intérieure, et 6$^{m}$,24 de hauteur de murs de face.

La disposition relative des fourneaux à *manches*, souffleries, grues de service, étuves, est à peu près la même. Dans toutes deux, la charpente est métallique; en fonte de fer à Lorient, en fer forgé à Cherbourg.

Les deux fourneaux à *manche* sont réunis dans le renfoncement de l'un des côtés transversaux de la halle de *coulage*; et les machines soufflantes, les escaliers de communication pour l'apport de la fonte et du combustible, sont placés à droite et à gauche.

Les deux grues en fonte de fer, de la force de 7,000 kilogrammes, avec tablier de suspension mobile sur le dessus de la volée, sont tenues à Lorient, dans le haut, contre les murs de face, par un réseau horizontal de traverses en fonte et de tirants en fer forgé. A Cherbourg, les grues sont sur pivots métalliques fixes. La disposition respective de ces appareils est telle que les cuillers de métal peuvent arriver sur un point quelconque de l'espace superficiel, et comme par un système de *coordonnées polaires*.

Les fourneaux à creuset, pour le cuivre et le plomb, sont adossés au côté de l'atelier qui est vis-à-vis les fourneaux à manche, et reçoivent l'air de la soufflerie de ces derniers.

Le puits pour le coulage des grands cylindres, intercalé entre les deux grues, présente à Lorient une profondeur de près de 5 mètres. On a été forcé, pour assurer son assèchement, de former sa partie inférieure d'un cylindre *foncé* en fonte de fer d'une seule pièce.

Les fours à coke et les étuves sont disposés à Lorient comme à Cherbourg, à l'aide de combinaisons différentes, mais de manière que l'étuve puisse être chauffée à volonté isolément, ou par les courants de gaz enflammés s'échappant des fours à coke. L'étuve voûtée de Cherbourg a 5$^{m}$,50 de longueur intérieure sur 4 mètres de largeur intérieure, avec 3$^{m}$,62 de hauteur sous clef, et 5 mètres aux piédroits.

Les fourneaux à manches de Lorient et Cherbourg sont de grands cylindres en fonte de fer, dont le revêtissage intérieur est en briques à *claveaux réfractaires*. Les tuyaux de cheminées sont suspendus par des encadrements en fonte et des tirants en fer, et sont ainsi complétement indépendants des fourneaux dont la maçonnerie a besoin d'être fréquemment reconstruite.

Par des motifs analogues, le massif des fourneaux à réverbère est indépendant, sous le rapport de sa construction, de la cheminée colossale qui y détermine le tirage. Celle-ci est ordinairement appuyée sur quatre supports en fonte de fer de 2m,50 de hauteur environ, reliés à leur tête par de fortes traverses horizontales en même métal.

Au reste, on est parvenu à prévenir les lézardes et les déliaisons qu'on remarquait dans les anciennes cheminées de hauts fourneaux et de fourneaux à réverbère, et qu'un réseau extérieur de fer ne pouvait arrêter. On se borne à isoler le revêtissage extérieur en briques ou moellons des cheminées, lequel est ordinairement à une température de peu supérieure à celle de l'air ambiant, du revêtissage intérieur en contact avec les courants de gaz enflammés, et qui doit être nécessairement en briques réfractaires.

La séparation complète de ces deux parois par un vide de 5 à 6 centimètres, permet à celle qui est intérieure de s'allonger et de s'étendre suivant l'action des courants de flamme. Ce revêtissage intérieur est supporté à son pourtour *inférieur* par quelques forts encorbellements en matériaux réfractaires enracinés dans les parois *extérieures*.

La grande fonderie de l'arsenal de Portsmouth, construite de 1805 à 1831, au prix de 1,825,500 fr., se compose de trois grands ateliers contigus, d'après la description que M. le baron Charles Dupin en donne dans ses Voyages en Grande-Bretagne.

Le premier renferme les fourneaux pour fondre et rougir le fer;

Le deuxième, une machine à vapeur motrice de 56 chevaux, et des fourneaux à fondre le cuivre;

Le troisième, des laminoirs en cuivre et d'autres fourneaux pour ce métal.

Le parquet des ateliers est formé de plaques de fonte de fer. Les portes extérieures ainsi que la charpente sont métalliques.

Une attention spéciale doit être donnée aux moyens d'aérage et de ventilation des halles de *coulage* des fonderies. Les émanations de cuivre et de zinc, les gaz qui se développent en abondance au moment du versement du métal liquide dans les châssis de moulage, sont très-nuisibles à la santé des ouvriers.

Il ne sera pas sans intérêt de relater ici les dépenses de construction et d'installation de la fonderie nouvelle du port de Lorient:

*Établissements fixes.*

| | | |
|---|---|---|
| Édifices, y compris les charpentes métalliques. . . . . . . . | | 142,255 fr. |
| Ce qui correspond, par mètre carré de surface abritée, à. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 332f,35 | |
| Et par mètre cube de capacité, depuis le sol jusqu'à la corniche au-dessous du toit, à. . . . . . | 56f | |
| Deux fours à coke. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | | 4,500 |
| Une étuve. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | | 3,200 |
| Un fourneau à réverbère capable de fondre au plus 3,000 kil., y compris la cheminée. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | | 8,300 |
| | | 158,255 fr. |

*Mobilier.*

| | |
|---|---|
| Une machine à vapeur locomobile de six chevaux. . . . . . . | 25,000 fr. |
| Une soufflerie à piston, évaluée. . . . . . . . . . . . . . . . | 4,000 |
| Deux grues en fer. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 19,780 |
| Deux fourneaux à manche à la Wilkinson. . . . . . . . . . . | 2,550 |
| Trois fourneaux à creusets pour le cuivre. . . . . . . . . . . | 200 |
| Châssis en bois et en fonte de fer pour le moulage. . . . . . . | 5,060 |
| Chariot en fonte de fer pour l'étuve. . . . . . . . . . . . . . | 1,700 |
| Articles divers du mobilier de l'atelier, tels qu'établis, caissons, cuillers à métal, etc., etc. . . . . . . . . . . . . . . . . | 12,800 |
| | 71,090 fr. |

**Ateliers et magasins de chaudronnerie, ferblanterie, et de travail du zinc laminé.**

Ces établissements sont souvent annexés à ceux des fonderies, à raison de leurs relations et de la communauté des machines motrices.

Les objets qu'on y confectionne n'ont besoin que d'un petit nombre de feux pour chauffer les bouts des feuilles à souder, et la soudure elle-même.

Les autels des feux sont ordinairement de forme oblongue *comme une table*, et l'air y vient de bas en haut, de sorte qu'on puisse chauffer toute une lisière de feuilles métalliques.

**Figures 743 des planches.**

Ces autels sont maintenant exécutés en fonte de fer, comme il est indiqué figures 743 des planches.

Ces ateliers ne comportent qu'un petit nombre de machines à plier les feuilles, de cisailles à couper, et de forets. Deux forts poteaux y sont nécessaires pour la tenue des mandrins de fer autour desquels on façonne les feuilles métalliques.

On peut en répartir les travaux, entre un rez-de-chaussée et un premier

étage qui présentent un grand développement de murs de face et des jours nombreux.

Un deuxième étage ou un comble serviraient au dépôt des métaux, et à celui des objets ouvrés, et des objets de remise, dont la valeur en approvisionnement, en 1838, dans tous les arsenaux de la marine française, était de 1,128,000 fr., indépendamment de ce qui était en service.

Le nouvel atelier de chaudronnerie du port de Lorient se compose d'un rez-de-chaussée, d'un premier étage avec comble; il a 18m,20 de long sur 15m,20 de large intérieurement, et les hauteurs d'étage y sont de 5m,20 environ.

Le bruit assourdissant du travail des chaudronniers réclamerait quelques dispositions spéciales qui en diminuassent l'intensité.

Ateliers et magasins de tôlerie pour cuisines, caisses à eau et chaudières de machines à vapeur.

Les ateliers de tôlerie de fer et de cuivre sont aussi de création récente dans les arsenaux; et leur importance, encore restreinte aujourd'hui, ne peut que s'accroître d'année en année. Ils comportent de vastes rez-de-chaussée pour recevoir un grand nombre de machines, telles que machines à plier, à percer, à couper la tôle, et les machines motrices qui les desserviront.

Un nombre restreint de feux suffit pour les réparations des ustensiles et pour le travail des rivets de liaison; les autres opérations se font à froid.

Mais il faut surtout aux ateliers de tôlerie, de vastes halles pour les réparations, l'ajustage et le montage, pour la conservation et le dépôt des caisses à eau en tôle, et des chaudières colossales pour les appareils des bateaux à vapeur dont la force actuelle de 220 chevaux s'élèvera probablement jusqu'à 500 chevaux.

Le nombre existant des cuisines et fours, en 1838, dans les arsenaux de la Marine française, était, indépendamment de celui à bord des bâtiments armés, de 475, représentant une valeur de 836,700 fr. Le nombre existant des caisses à eau et à biscuit, à la même époque, était de 15,700, représentant une valeur totale de 4,315,000 fr.

Des hangars à larges travées, soutenus par des poteaux en bois, des piliers en pierre ou par des colonnes en fonte, fermés par les panneaux verticaux amovibles à coulisse dont il a déjà été parlé, sembleraient convenir à ce genre d'établissements.

Ateliers de confection et de réparation des machines à vapeur et autres ouvrages de précision.

Ces ateliers sont, comme les précédents, de création récente, et dérivent de l'emploi des appareils à vapeur dans les ports et dans la navigation.

Envisagés d'abord sous le seul point de vue de réparation des machines

de précision de toute espèce, ils ont été projetés pour recevoir des ouvriers d'élite, et un outillage en machines de détail aussi varié que celui qui eût été nécessité par la *mise en œuvre à neuf*; et dès lors il n'y avait plus aucun motif pour en exclure cette dernière.

Ce genre d'atelier exige : une grande surface de rez-de-chaussée libre de tous supports, et beaucoup de clarté; pour l'assiette et le fonctionnement de longues machines à raboter le fer, de grands tours, de machines à aléser, de puissantes foreries, et de machines à buriner; et pour l'établissement des machines à feu qui les desservent, et de quelques feux isolés nécessaires à la réparation des outils.

Le sol du rez-de-chaussée est formé en grande partie de grandes plaques de fonte évidées par des *mailles*, pour la tenue des supports amovibles des machines et des objets à travailler.

Dans les étages supérieurs seront : les tours moyens et petits, les machines ordinaires à forer, enfin les dépôts de toutes les parties élémentaires des machines à réparer, et des rechanges fabriqués à l'avance.

Indépendamment de ces locaux, une halle de montage à proximité du rez-de-chaussée est nécessaire. Elle devra être formée de vastes arcades fermées par des *portes-fenêtres*, et même éclairées par en haut.

Les figures 744 des planches indiquent la halle de montage en exécution à l'arsenal de Brest. Figures 744 des planches.

Comme il a été déjà dit pour les ateliers de tournage et d'ajustage, les planchers des divers étages seront rigides et susceptibles d'être percés dans un grand nombre de points pour le passage des corroies.

Les figures 22 des planches représentent en perspective la halle principale des ateliers du mécanicien Maudslay à Londres. Figures 22 des planches.

Les figures 21 des planches donnent une coupe verticale en travers du nouvel atelier des machines à vapeur de Lorient, lequel se compose d'un rez-de-chaussée et d'un premier étage avec comble. On a pensé qu'il serait utile de relater dans les figures 745 des planches le projet d'installation des machines qui a été fait par M. Rossin, officier du génie maritime. Figures 21 des planches. Figures 745 des planches.

La dépense de construction de l'atelier (non compris celle de l'installation ci-dessus); mais y compris divers caveaux et voûtes qui s'y rattachent, a été d'environ 480,000 fr.; pour une longueur de 36$^{m}$ sur une largeur intérieure de 13$^{m}$,20, et une hauteur totale de 12 mètres sous corniches, ce qui revient par mètre carré de surface abritée aux divers étages à 307 fr.; et par mètre cube de capacité de surface abritée aux divers étages, à 65 f. 50 c.

Le nouvel atelier de machines à vapeur de l'arsenal de Cherbourg se compose 1° d'un rez-de-chaussée de 33$^m$,80 de longueur sur 17$^m$,20 de largeur, et de 4$^m$,59 de hauteur sous poutres, partagé en deux nefs par une rangée centrale de colonnes creuses en fonte de fer; 2° d'un comble en bois circulaire; plafonné, et éclairé par des châssis à tabatière sur le toit; lequel présente : dans sa zône centrale, une rangée de tours en fonte; et sur les deux bas côtés, des étagères et armoires pour le dépôt des objets œuvrés. La hauteur *sous-clef* de ce comble est de 5$^m$,20.

Les ateliers de machines à vapeur n'exigent des locaux isolés et incombustibles que pour les chaudières des machines à vapeur et pour les petits feux de forges.

Pavillons de presses hydrauliques et romaines, avec bancs d'épreuve.

Les presses hydrauliques avec leurs bancs d'épreuve et leurs romaines de vérification des efforts opérés, ont pour principal objet de constater la force des câbles-chaînes de fer, et câbles de chanvre, avant leur remise aux bâtiments en armement. Mais subsidiairement, on les a disposés aussi pour éprouver la résistance à la traction, à l'écrasement ou à un effort transversal à la longueur, d'autres matériaux tels que pièces de bois, pierres, tuyaux de conduite, mis en œuvre dans les arsenaux.

Un pavillon, à l'une des extrémités du banc de la presse, contient son cylindre, le puits du contre-poids, et les pompes d'injection avec leurs citernes d'approvisionnement. Le banc d'épreuve a la longueur minimum de 30$^m$ nécessaire à l'épreuve des bouts de câbles-chaînes. A l'autre extrémité du banc est le pavillon d'abri d'une romaine à leviers multiples qui sert à apprécier les efforts exercés par la presse.

Figures 746 des planches.

On peut donner à la presse une fixité absolue, et une fixité absolue au banc; c'est ce qui a été fait à l'usine de Guerigny (voir figures 746 des planches), à Brest et à Cherbourg, ou se borner à établir une fixité *relative* du banc par rapport à la presse.

Ce second mode, à solidité égale, est généralement plus économique. C'est celui qui a été suivi dans l'exécution de la presse hydraulique et du banc d'épreuve de Lorient, par M. Reech, officier du Génie maritime, directeur des études à l'École d'application de ce Corps. Un succès complet a justifié cette disposition, représentée figures 747 des planches.

Figures 747 des planches.

Le banc d'épreuve est composé dans sa longueur d'un petit nombre de parties dont la juxtaposition est telle, qu'il ne puisse y avoir refoulement. La section transversale de ces pièces a été calculée sur l'effort maxi-

mum que le banc aurait à supporter dans les épreuves de traction, refoulement et de pression transversale à la longueur, des matériaux en essai.

Les élargissements de ces pièces permettent d'établir à des distances variables, une traverse mobile qui forme point d'attache des objets à éprouver par traction, et des plateaux de compression pour ceux à refouler; de manière que des pièces de diverses longueurs pourront être mises en essai.

M. l'Ingénieur Reech a aussi amélioré, par une disposition extrêmement ingénieuse, l'indicateur ordinaire de la presse, et l'a renfermé entre des limites beaucoup plus rapprochées des efforts réellement exercés.

L'appendice n° 5 du tome III du Programme présente quelques développements sur l'installation des presses hydrauliques, et particulièrement sur celle de Lorient.

Dans tous les ateliers et magasins dont on vient de parler, comme dans ceux dont il sera question ultérieurement, on doit réserver des pièces chauffées pour les bureaux des maîtres et contre-maîtres préposés à la surveillance extérieure, et pour ceux des écrivains, dépensiers et magasiniers qui tiennent les écritures journalières, mensuelles et annuelles, pour les délivrances et remises des matières brutes et objets œuvrés. Observations générales.

Ces bureaux seront, autant que possible, placés de manière que les agents soient obligés, pour entrer ou sortir, de traverser les ateliers; qu'ils puissent voir tout ce qui se passe; et que des individus étrangers ne puissent circuler dans les magasins à l'insu des préposés.

L'installation des machines à vapeur motrices et des fourneaux des chaudières réclame les dispositions suivantes:

1° L'eau d'alimentation sera, autant que possible, de l'eau douce fournie par une conduite d'eau spéciale, ou par un puits d'un produit suffisant même dans les temps de sécheresse, et d'où l'eau soit élevée par l'action de la machine elle-même.

La consommation peut être évaluée à 30 litres par heure et par cheval.

2° L'eau de condensation pour les machines avec condenseurs est calculée à raison de 1$^{m}$,50 par heure et par cheval.

Une dépense aussi considérable peut rarement être fournie par un puits; et l'on a été obligé au port de Lorient, pour les condenseurs de deux machines de 12 chevaux, de chercher l'eau de mer par un aqueduc souterrain de 1$^{m}$,50 de largeur, 1,50 de hauteur et de 100 mètres de développe-

On a soin de les superposer en piles, dont le dessous soit à une hauteur de $0^m,70$ à $0^m,80$ au moins au-dessus du sol. Ces piles sont supportées par des traverses en bois ou en fonte de fer.

L'énorme surcharge qu'elles exercent sur les terre-pleins en arrière des quais en maçonnerie, exposent ces derniers à des tassements ou à des mouvements quand leur système de fondation n'y est pas approprié, ou que leur résistance transversale n'est pas suffisante.

Des grues fixes sont placées à distances égales sur les quais pour les embarquements et débarquements des ancres et des tonnes ou maîtresses bouées. Leur force doit être au moins de 5 à 6 mille kilog. au bout de la volée.

**Ateliers et magasins des boussoles.**

Ces ateliers de précision ont besoin de quelques petits feux de forges au rez-de-chaussée; à la suite et aux étages au-dessus sont les ateliers de tournage et d'ajustage; les magasins de dépôt pour les matières premières, pour les objets confectionnés à l'avance, et pour les objets de remise et de désarmement. Ces objets sont peu nombreux, mais ils ont besoin d'être rangés avec ordre et propreté. Sous ce dernier rapport, la plupart des anciens ateliers de boussoles laissent encore à désirer.

Des dallages en pierre au rez-de-chaussée; des planchers bien faits aux étages supérieurs; des plafonds en plâtre; des boiseries, ou au moins des enduits de plâtre contre les murs dans les lieux de dépôt, sont des ouvrages indispensables.

Les moindres espaces que comportent ces ateliers auront une surface totale de 800 à 900 mètres carrés, et une hauteur de $3^m,5$ à 4 mètres.

**Ateliers et magasins de salle de coupe et de garniture.**

Ces établissements, qui sont de premier ordre dans les arsenaux, se composent :

De magasins de cordages bruts;

De salles de coupes et garnitures;

De magasins de gréements confectionnés;

Enfin, de dépôts de cordages provenant de remise et de désarmement.

Les premiers locaux ci-énumérés sont, dans quelques ports, au rez-de-chaussée; dans d'autres, au premier et même au deuxième étage.

Cette dernière disposition occasionne quelques entraves et dépenses pour les manœuvres des cordages; mais elle assure peut-être mieux leur conservation.

Les gréements confectionnés sont ordinairement placés au rez-de-chaussée, et, par anticipation, dans les magasins particuliers mêmes des bâtiments en commission, dont il sera question ci-dessous.

Les cordages de remise et de désarmement seront sans inconvénient relégués dans les étages supérieurs et même dans les combles.

Les magasins de cordages bruts de l'arsenal de Brest ont 97$^{m}$,50 de longueur et 13 mètres de largeur sur 5 mètres de hauteur.

Ceux de l'arsenal de Lorient, établis par la Compagnie des Indes, ont 89 mètres de longueur sur 11 mètres de largeur intérieure, et pareille hauteur de 5 mètres.

Ceux projetés pour l'arsenal de Cherbourg auront environ 70 mètres de longueur totale, et 14$^{m}$,40 de largeur sur 5 mètres de hauteur. Figures 750 des planches.

Au reste, la quantité totale des cordages fabriqués pour gréements au 1$^{er}$ janvier 1839, pour toute la marine de France, était de 1,589,79 k.; et le total de l'existant et des *entrées* pendant l'année 1838 avait été de 3.227,500 k.

Les cordages sont *lovés en rond* et empilés, mais avec des séparations en bois horizontales et verticales qui isolent les diverses pièces et favorisent la circulation de l'air dans tous les sens.

Il serait utile que les magasins de cordages fussent garantis par des fermetures métalliques contre les atteintes du feu venant de l'extérieur.

Les ateliers de Garnitures, de salles de coupe, sont ceux où les cordages sont coupés de long et garnis de leurs cosses, crocs et *pouliages* pour les gréements des navires.

Leur longueur se détermine par celle des plus longs cordages qu'il y ait à garnir, et elle est d'environ 150 mètres. Toutefois, dans diverses garnitures, et notamment dans celle de Lorient, cette longueur est restreinte à environ 80 mètres sur 11 mètres de largeur intérieure; mais il y a alors deux salles distinctes de ces mêmes dimensions.

La largeur intérieure dépend, du reste, du nombre de cordages qui seront simultanément en œuvre, et des rues de dégagement qu'il faudra conserver. La Garniture de l'arsenal de Brest a 123 mètres de longueur environ sur 13 mètres de largeur intérieure, dont 2$^{m}$,30 pour une rue centrale; et l'on peut y confectionner à la fois les gréements de quatre vaisseaux et frégates, et y appliquer simultanément 300 ouvriers.

La salle de coupe et la garniture d'Anvers avaient 68$^{m}$,20 de longueur sur 18$^{m}$,80 de largeur intérieure; et se composaient de caves de 4 mètres de hauteur sous clef; d'un rez-de-chaussée de 4 mètres de hauteur; d'un premier étage de 3$^{m}$,20; et d'un comble voûté en bois dont la hauteur au milieu était de 3$^{m}$,20.

Celle de Toulon a 97$^{m}$,50 de longueur sur 18$^{m}$,15 de largeur, et se compose

Figures 750 des planches.

d'un rez-de-chaussée et d'un premier étage ayant 4,55 de hauteur chacun.

Les salles analogues qui sont projetées pour l'arsenal de Cherbourg auront 150 mètres de longueur sur $14^m,40$ de largeur intérieure divisée en trois nefs, et avec une hauteur de 5 mètres sous poutres.

Aux deux extrémités des chantiers de travail des salles de coupes, sont des *bittes* ou forts poteaux, verticaux ou inclinés, solidement tenus par la charpente des planchers et des plafonds, et sur lesquels se fixent les treuils pour roidir les cordages en travail, par l'enroulement et le déroulement de leurs extrémités.

Magasins particuliers pour les gréements préparés et pour ceux des bâtiments en commission.

Les bâtiments en commission aux termes de l'ordonnance du 1[er] juillet 1837, sont *ceux qui, étant complétement terminés au matériel, restent amarrés dans les ports en attendant leur armement définitif.* Le gréement de ces bâtiments, ainsi que les objets portés sur les feuilles d'armement, lorsqu'ils ne sont pas spécialement désignés pour rester aux dépôts des directions délivrataires, sont placés dans des magasins particuliers dont rien ne doit être distrait à l'insu de l'autorité supérieure maritime.

Ces magasins devant être accessibles aux équipages provisoires des bâtiments en commission, seront de préférence au rez-de-chaussée et disposés de manière à être, à volonté, isolés ou en communication avec les ateliers de garnitures et salles de coupe. Les gréements confectionnés y sont empilés avec les mêmes précautions que celles qui ont été indiquées pour les cordages bruts.

La quantité des gréements en dépôt, en 1838, dans tous les arsenaux de la marine française, indépendamment de ce qui était en service, était de 3,000,000 de kilog., évalués 6,283,000 fr.

Il existe dans l'arsenal de Brest, dans les rez-de-chaussées de divers édifices, 70 magasins particuliers, dont 42 du côté de Brest, et 28 du côté de Recouvrance; leurs dimensions sont pour chacun d'environ $15^m,60$ sur $8^m,10$, avec 4 mètres de hauteur intérieure.

Figures 750 des planches.

Ceux qui sont projetés pour l'arsenal de Cherbourg auront chacun 15 mètres de longueur sur $9^m,60$ de largeur et 5 mètres de hauteur.

Il serait désirable que les magasins particuliers pussent être complétement à l'abri de la propagation du feu venant de l'extérieur.

Ateliers et magasins de voilerie.

Ce genre d'établissements se compose :

De magasins de toiles ;

D'un atelier de confection ;

De magasins de voiles préparées ; d'une capacité calculée à raison de

$3^m,50$ de largeur, 5 mètres de longueur, et $3^m,50$ de hauteur pour la voilure complète d'un bâtiment du premier rang ;

Enfin, d'un magasin pour voiles de remise et de désarmements.

L'importance de ces deux derniers dépôts s'exprimera par les chiffres suivants de l'approvisionnement, en 1838, dans les arsenaux français, indépendamment de ce qui était en service :

11,738 voiles, tentes et prélarts de toute dénomination, valant 4,848,400 fr. ;

6,072 voiles et autres objets de remise évalués à 502,000 fr.

Ces locaux sont ordinairement placés dans les étages supérieurs des édifices des garnitures, ou des magasins particuliers de désarmement, parce que les transports des voiles enroulées s'opèrent sans difficulté, et que, dans les étages élevés, les voiles sont mieux aérées et plus promptement asséchées. Cet avantage est capital, car l'entassement des voiles a déterminé souvent une fermentation de laquelle sont résultés des incendies désastreux.

La moindre largeur des ateliers de voilerie est de 8 mètres. Leurs longueurs sont multiples de celles des voiles les plus grandes des bâtiments de premier rang, dont les dimensions sont, pour un vaisseau à trois ponts, de $20^m,50$ sur $35^m,75$ ; pour un vaisseau de 90, de 18 mètres sur 33 mètres ; pour un vaisseau de 80, de 20 mètres sur $32^m,50$ ; pour une frégate de premier rang, de $16^m,40$ sur $29^m,60$.

A l'arsenal de Chatam, d'après la description qu'en fait M. le baron Charles Dupin, il existe en avant de l'atelier de voilerie, un emplacement sur lequels sont plantés, suivant deux lignes parallèles, des mâts haubannés qui servent à tendre les voiles au grand air et à les faire sécher.

Voici les dimensions de plusieurs voileries.

La voilerie de Chatam se compose de deux étages chacun de 64 mètres de longueur sur 12 à 13 mètres de largeur.

Celle de Portsmouth occupe l'aile méridionale d'environ 90 mètres de longueur, avec rez-de-chaussée, deux étages et comble, d'un grand bâtiment représenté figures 748 des planches, et dont l'aile septentrionale est occupée par toutes les dépendances de la garniture. Figures 748 des planches.

La voilerie de l'arsenal de Brest, placée, ainsi que la garniture, au-dessus des magasins particuliers, dans les édifices représentés figures 749 des planches, se compose de deux grandes salles chacune de $94^m,25$ de longueur sur 13 mètres de largeur. Figures 749 des planches.

Au port de Lorient, la voilerie et ses annexes occupent un vaste comble de 65 mètres de longueur développée et de 11 mètres de largeur.

Enfin, dans les projets présentés pour le nouvel arsenal de Cherbourg, la voilerie sera dotée comme il suit :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Magasin de toiles. . . . . . | 32m,20 sur 20m,15 | | avec une hauteur commune de 3m.90. |
| Atelier proprement dit. . . | 59m.65 | 14m,40 | |
| Magasin de voiles préparées, | 69m,80 | 14m,40 | |
| Magasin de voiles de remise. . | 70m,30 | 14m,40 | |

Il serait désirable également que les locaux des voileries fussent à l'abri du feu venant de l'extérieur.

On renvoie pour les détails d'un atelier de voilerie, à un mémoire très-intéressant de feu M. Degay, directeur des constructions navales, qui a été reproduit dans les Annales maritimes et coloniales d'avril 1831.

Ateliers et magasins de pavillonnerie, lingerie et couture.

Ces ateliers, suivant l'importance des arsenaux pour les opérations d'armement, sont réunis ou subdivisés dans des locaux distincts. Ils se composent, comme ceux de voilerie, de magasins de matières brutes, d'ateliers de travail, de dépôts d'objets œuvrés, et de magasins pour les remises de désarmement. Des femmes sont ordinairement employées dans ces ateliers, dont le plus important est celui de pavillonnerie, à cause du grand nombre de pavillons français et étrangers dont la collection est délivrée à chaque bâtiment armé. Leur installation ne présente aucune difficulté. L'absence d'humidité, des plafonnages en plâtre ou en bois, des revêtissages également en bois, des jours latéraux ou d'en haut, un grand nombre d'étagères, de compartiments et d'armoires, sont les articles principaux du programme à remplir.

Le nombre des pavillons en approvisionnement, en 1838, dans tous les arsenaux de la marine française, indépendamment de ceux qui étaient en service, était de 9,700, évalués à 455,600 fr.

Figures 750 des planches.

Dans le projet du nouvel arsenal de Cherbourg, on a assigné à l'ensemble des ateliers et magasins précités, et dans les étages supérieurs d'un bâtiment central, une surface de 2,555 mètres carrés, et une capacité intérieure de 10,194 mètres cubes. Dans l'arsenal de Lorient, les chiffres analogues ne sont que de 900 mètres carrés et de 4,500 mètres cubes environ.

Ateliers et magasins de matelasserie.

Ces établissements, qui se subdivisent comme les précédents, ont une assez grande importance dans les arsenaux, à raison des besoins des casernements des Corps organisés et de ceux des équipages des bâtiments armés.

Toutefois, les confections ne s'effectuent guère qu'au fur et à mesure de ces besoins.

Le nombre des hamacs *garnis disponibles en* 1838, indépendamment de ce qui était en service, s'élevait, dans tous les arsenaux de la marine française, à 61,855, évalués 1,791,900 fr.

Les matelasseries sont placées à volonté dans des rez-de-chaussée dont le sol est élevé, ou dans des étages supérieurs.

Elles ont besoin de clarté, et surtout d'aérage. La matelasserie de l'arsenal de Lorient a 657 mètres carrés de surface et 3,285 mètres cubes de capacité; celle projetée pour l'arsenal de Cherbourg aura 1,920 mètres carrés de surface, et 5,760 mètres cubes de capacité. Figures 750 des planches.

Dans ce dernier arsenal, toutes les dépendances de la direction des Mouvements seront centralisées dans un seul édifice dont l'emplacement, fixé depuis longtemps entre l'avant-port, le bassin de flot et l'arrière-bassin, est parfaitement convenable. Les figures 750 des planches en représentent les plans et élévations. Figures 750 des planches.

SIXIÈME CATÉGORIE D'ÉTABLISSEMENTS.

*Dépendances du service du matériel de l'artillerie de la Marine, confié aux Officiers d'artillerie de marine.*

Bureau du directeur et des officiers sous ses ordres, archives, salles de modèles, et bureaux pour les employés de la comptabilité.
Parcs aux canons, caronades et autres bouches à feu, parcs aux projectiles.
Magasin d'affûts neufs ou de remise et de désarmement.
Magasins à poudre et salles aux apprêtés, avec bureaux de maîtres.
Ateliers et salles de préparation d'artifices de guerre. *id. id.*
Ateliers et magasins d'ouvrages en bois. *id. id.*
Ateliers et magasins d'ouvrages en métaux pour affûts, voitures, caissons à poudre, etc. *id. id.*
Ateliers d'armurerie *id. id.*
Salles d'armes et magasins de buffleterie *id. id.*
Ateliers et magasins de Sainte-Barbe et de gréement d'affûts. *id. id.*

Ces parcs sont, autant que possible, établis dans le voisinage des quais des ports, lesquels sont pourvus, de distance en distance, de grues fixes, susceptibles de soulever de 4 à 5,000 kilog. Parcs aux bouches à feu et aux projectiles.

Le nombre des bouches à feu de toute espèce en dépôt dans les arsenaux de la marine française, indépendamment de celles à bord des bâtiments armés, était, en 1838, de. . . . 18,819, évalués à 20,224,300 fr.

Le nombre des projectiles de toute espèce était pendant la même année de . . . . . . . . . . . . . . . . . 1,358,900, évalués à 5,396,000 fr.

Cet immense matériel est conservé en piles élevées sur des *rances* en bois élevées d'au moins 60 cent. au-dessus du sol, et qu'on a remplacés par des gîtes en fonte de fer pour les piles de bombes et autres projectiles.

L'amoncellement des canons sur les bords des quais doit être précédé de l'examen attentif de la résistance dont ces ouvrages hydrauliques sont susceptibles.

Dépôts d'affûts de toute dénomination.

Le nombre total des affûts de toute espèce qui existaient, en 1838, dans les arsenaux de la marine française, indépendamment de ceux qui étaient à bord des bâtiments armés, était de. . . 7,447, évalués environ 1,864,600 fr.

Une pareille masse d'objets très-encombrants, et répartie en majeure partie entre les arsenaux d'armement de Brest et Toulon, est difficile à conserver à l'abri, et à proximité des ateliers de construction et de réparation du service de l'artillerie.

On avait d'abord remisé au port de Brest les affûts en réserve, sur les bâtiments désarmés. Mais on ne tarda pas à s'apercevoir qu'ils y éprouvaient une rapide détérioration par l'air salin toujours saturé d'humidité à la surface de l'eau, et par le défaut de ventilation.

L'on n'a pas hésité à leur affecter des magasins *à terre* d'une grande étendue, où les affûts de diverses catégories de bouches à feu sont empilés ou *engerbés* par plans croisés sur des thins d'au moins 80 centimètres de hauteur. A défaut d'espace superficiel, on a été forcé même d'emménager les piles d'affûts dans des étages supérieurs.

Figures 751 des planches.

Les figures 751 des planches représentent diverses combinaisons ou types de bâtiments adoptés dans le service d'artillerie de terre pour le dépôt des affûts. La largeur y varie de 7$^{m}$,40 à 18$^{m}$,70, suivant les emplacements dont on dispose.

La longueur des bâtiments dépend de la largeur adoptée, du nombre d'affûts à engerber; et de l'espace nécessaire aux passages à ménager en travers, et aux escaliers de communication avec les étages supérieurs.

Pour que la ventilation soit bien ménagée, les hangars doivent être susceptibles d'être ouverts sur leurs deux rives, et les fermetures être pourvues de persiennes. Car il faut éviter également de faire gercer les bois par le hâle de courants d'air trop vifs, et de les exposer à l'humidité du sol, à celle des murs, et aux atteintes des pluies.

On a déjà parlé des difficultés que rencontrait le placement des magasins

à poudre. Ceux de Brest sont parfaitement situés sur une île de la rade; ceux de Toulon sont sur la rive ouest de la rade.

Magasins à poudre et ateliers d'apprêts des poudres et caissons.

Au port de Lorient, le magasin à poudre a été installé dans le château de Trefaven, ancien domaine des princes de Rohan, qui est situé en amont du port, sur la rive droite ou ouest de la rivière de Scorff. Il en résulte que les poudres, arrivées par mer des lieux d'expédition, ou provenant de désarmement, traversent tout le port, passent le long des rives habitées pour se rendre à leur dépôt, et font le même trajet en sens inverse pour être embarquées. En outre, par crainte de coups de main dans les troubles civils, on a été déjà forcé de placer tout l'approvisionnement de poudres à bord de gabarres affourchées en rade.

On avait voulu transférer le dépôt des poudres sur l'île Saint-Michel, en rade; mais l'administration sanitaire, qui déjà y possède un lazaret, s'y était opposée.

Il n'existe pas encore de magasins à poudre au port de Cherbourg. On projette d'en établir dans les régions est et ouest de la rade, sur des îles factices qui seraient formées avec les produits des excavations de l'arrière-bassin de flot en exécution.

La quantité totale de poudres que la marine française possédait dans ses arsenaux en 1838, indépendamment de celle qui était à bord, s'élevait à 973,600 kilogrammes, évalués 2,007,000 fr.

La meilleure exposition des magasins à poudre dans les ports de l'Océan, est celle de l'est et de l'ouest pour les deux faces longitudinales; car les vents du sud et du sud-ouest sont très-pluvieux.

Les magasins à poudre sont nécessairement exécutés en maçonneries parfaitement sèches, et à l'abri de la bombe partout où ils peuvent être exposés à ce genre d'attaques de la part de l'ennemi.

Les figures 752 des planches représentent le magasin à poudre à l'abri de la bombe, qui a été établi par le département de la guerre à Lille, il y a une quinzaine d'années, pour le dépôt de 75,000 kilog. de cette matière.

Figures 752 des planches.

Le *Mémorial du génie*, nº 4, de l'année 1820, contient une notice très-instructive de M. Bergère, colonel du Génie, sur les magasins à poudre; on en a extrait ce qui suit :

1° La hauteur intérieure des salles de dépôt est réglée de manière que les barils de 100 kilog. puissent, au besoin, être empilés jusque sur quatre rangs, et les barils de 50 kil. sur cinq et même six. De là, une hauteur minimum de 2,70 pour les rez-de-chaussée, et le placement des

naissances de la voûte du comble, au niveau des planchers du premier étage.

2° La largeur des grands magasins est de 8$^{m}$,12 ainsi répartis :

| | |
|---|---|
| Rue du milieu. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0$^{m}$,72 |
| Une file de barils de 1$^{m}$,50 de chaque côté, ci pour deux. . . | 3$^{m}$,00 |
| En dehors de chaque file, une nouvelle rue de 0$^{m}$,85, pour deux. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1$^{m}$,70 |
| Une file de barils du côté de la muraille de 0$^{m}$,85, pour deux. . | 1$^{m}$,70 |
| Vide entre cette file et le mur de 0,50, pour deux. . . . . | 1$^{m}$,00 |
| | 8$^{m}$,12 |

3° Pour les magasins de moindre capacité, on réduirait la largeur à 5$^{m}$,60. décomposée comme suit :

| | |
|---|---|
| Une grande allée au milieu. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0$^{m}$,90 |
| Une file de barils de chaque côté, pour deux. . . . . . . . | 3$^{m}$,00 |
| Une allée de 0,85 mètres entre chaque double file, pour deux. | 1$^{m}$,70 |
| | 5$^{m}$,60 |

Un magasin de cette largeur et de 16$^{m}$,85 de longueur pourrait recevoir 40,000 kilogr. en dépôt.

L'accolement de deux voûtes de cette espèce suffirait pour le dépôt de 80,000 kilog.

M. Bergère recommande, comme indispensables, les voûtes sous les planchers, toutes les fois que le sol est humide. Même lorsque le terrain est sec, cet officier pense qu'il faut laisser un vide sous le plancher, et le remplir de gravier. L'expérience a prouvé qu'il vaudrait mieux encore que le dessous des planchers fût en maçonnerie de béton ou en terre glaise recouverte de bitume.

La chappe extérieure des voûtes est formée du reste d'un revêtissage en plomb ou en bitume.

Les couvertures métalliques conviennent mieux que toutes autres pour les magasins à poudre, à raison de la facilité avec laquelle celles-ci éprouvent des avaries dans les mauvais temps. Mais l'emploi de couvertures métalliques exige de nombreuses communications avec le sol *humide*, ou mieux encore avec les basses mers les plus profondes, afin que, dans le cas d'explosion par la foudre, le fluide électrique s'écoule rapidement.

On a émis l'opinion que des paratonnerres placés sur des mâts, à peu

de distance des magasins à poudre, et dont la tête dépasserait le faîte de ces derniers, seraient préférables à des appareils établis sur les magasins eux-mêmes.

Dans la construction des magasins à poudre, il paraît utile de ne pas donner une résistance égale aux murs, et de réduire leur épaisseur du côté où les explosions causeraient le moins de mal, par exemple dans les pignons.

Les fermetures extérieures doivent être métalliques; tous les clous et ferrements intérieurs être en cuivre. Les enduits intérieurs seront en plâtre, et jamais en mortier de chaux et sable.

M. le colonel Bergère pense que la construction d'un magasin à poudre doit durer au moins trois campagnes, pour que les maçonneries aient le temps de sécher.

Dans la première campagne, on s'éleverait jusqu'à la naissance de la voûte;

Dans la seconde, on exécuterait cette dernière et le complément des grosses maçonneries;

Dans la troisième, on ferait toutes les installations intérieures.

Les magasins à poudre sont au milieu d'une première cour. La porte charretière de l'entrée de cette cour ne sera pas ouverte vis-à-vis la porte du magasin, afin que le mur serve de masque à celle-ci, et qu'en cas d'attaque on puisse établir un blindage horizontal d'une porte à l'autre, et effectuer dessous les manipulations de poudre.

Le sol de la cour d'entourage est asséché par un mode d'empierrement analogue à celui qui a été indiqué plus haut pour les grandes esplanades, page 137 du tome 3.

Les magasins à poudre de la Marine, indépendamment des postes militaires, logements de gardiens qui sont nécessaires, mais qu'il faut tenir à une certaine distance à cause des accidents du feu, ont besoin :

1° De locaux extérieurs aux magasins, pour le pesage des poudres et pour leur mise en barils ou en caisses métalliques;

2° De grands préaux entourés de murs pour faire sécher les poudres avariées, garnir et vider les bombes, obus et autres projectiles creux;

3° D'enceintes spéciales pour l'installation de pendules balistiques de diverses formes, avec *pendules-canons* et *pendules-mousquets*, destinés à éprouver la force des poudres à leur délivrance.

L'enceinte extérieure du magasin à poudre de Trefaven, pour le port de Lorient, présente une surface totale de terrain de 15,148 mètres carrés;

Celle de la poudrière Milhau, en rade de Toulon, 3 hectares;

La poudrière Lagoubran, dans la même rade, 1$^{\text{hect.}}$,84.

Figures 753 des planches.

Les figures 753 des planches représentent les célèbres magasins à poudre de Trébéron, sur l'Ile des Morts, en rade de Brest, projetés par M. l'ingénieur Tarbé de Vauxclairs, aujourd'hui Inspecteur général des ponts et chaussées, et exécutés par feu M. l'ingénieur *Trouille*.

Ateliers et salles d'artifice.

Ces ateliers et salles sont quelquefois annexés aux magasins à poudre; mais généralement on les place dans des zônes écartées et isolées de l'enceinte même des arsenaux.

Ces établissements se composent:

D'un magasin de matières brutes, y compris un petit dépôt de poudres;

D'un atelier de cartonnage et de préparation pour fusées, étoupilles, lances à feu, grenades, et pour remplissage de boulets creux;

D'un atelier d'apprêt et de garniture;

D'un dépôt d'objets apprêtés, dont la valeur, en 1838, était, pour les arsenaux de la marine française, de 479,400 fr.;

Enfin, d'un laboratoire séparé, dont le foyer est hors de l'enceinte.

Le tout est contenu dans une cour bien fermée.

Ces locaux consistent, suivant l'espace disponible, seulement en rez-de-chaussée avec combles, ou en rez-de-chaussée avec étages.

Tous les clouages, ferrements, sont au reste en cuivre comme dans les magasins à poudre. On a soin aussi d'affaiblir la résistance des murs du côté où les explosions produiraient le moins de dégâts.

Figures 754 des planches.

Les figures 754 des planches représentent le nouvel établissement construit par M. l'ingénieur Sganzin (Théodore), de 1833 à 1835, au port de Lorient, sur une échelle du reste fort restreinte, et dans la zône septentrionale dite la *Prée aux vases*.

L'humidité du terrain a forcé de relever de beaucoup le sol des rez-de-chaussée; et ce relief a été exécuté en béton dans les locaux de dépôt et de manipulation des poudres.

Un établissement de même dénomination, mais auquel on a adjoint un chantier spécial de fabrication pour les fusées à la *Congrève*, projeté par M. l'ingénier Tarbé Saint-Hardouin, est en exécution au port de Toulon,

sur la rive ouest de la rade, et sera un très-bon type de ce genre de bâtiments.

Ces établissements se subdivisent comme tous les autres : en dépôts de bois ; chantiers de sciage ; hangars d'abri pour plateaux débités ; ateliers de travail ; magasins d'objets confectionnés ; magasins d'objets à visiter et à réparer. Ateliers et magasins pour les ouvrages en bois de l'Artillerie.

Les quantités de bois bruts et de plateaux débités qui existaient dans les arsenaux de la marine française, en 1838, pour le service de l'artillerie, étaient :

| | | |
|---|---|---|
| En bois bruts. . . . . . . . . . . | 5,000 | stères, évalués 389,000 fr. |
| En plateaux débités. . . . . . . . | 8,020 | stères, évalués 210,000 |
| En flasques d'affûts préparés. . . | 1,643 | flasques. |
| En bois de fusils préparés. . . . | 12,160 | |

Les dépôts, bien aérés, de ces approvisionnements doivent être d'une assez grande étendue.

Les ateliers en bois, renferment diverses machines pour tourner les essieux et les moyeux, pour chantourner et entailler les plateaux, pour faire les roues et les tourner. Ils exigent aussi une salle à tracer.

Les anciens ateliers du service de l'Artillerie, sur la rive de Recouvrance à Brest, sont voûtés, et ont 81 mètres de longueur sur 10 mètres de largeur, et 4 mètres de hauteur.

L'artillerie de terre a adopté aussi pour ces ateliers des types à peu près de même architecture et de diverses largeurs, qui sont indiqués figures 755 des planches. La largeur y varie comme pour les magasins aux affûts, depuis $7^m,40$ jusqu'à $13^m,70$, suivant les emplacements disponibles. Figures 755 des planches.

Les bâtiments n$^{os}$ 1 et 3 des figures peuvent être considérés comme les moitiés des bâtiments n$^{os}$ 4 et 5 ; mais les ouvriers n'y travaillent que d'un seul côté, et, par conséquent, pour occuper le même nombre d'hommes il faudra une longueur double d'édifices. La moindre largeur du bâtiment n$^o$ 2 est aussi compensée par une augmentation de longueur.

Cette longueur dépendra d'ailleurs, dans chaque arsenal, du nombre maximum d'ouvriers, et de la quantité maximum de travail qu'il y aura à exécuter dans un temps déterminé et pour les circonstances *ordinaires* où se trouve la Marine.

Les établissements en question doivent du reste être garantis contre les atteintes du feu venant de l'extérieur.

Ateliers et magasins d'ouvrages en métaux.

Ces établissements se subdivisent comme les précédents. Leur importance s'est accrue : par la confection des *percuteurs* pour les amorces en poudre fulminante des bouches à feu de la marine; par celle des caisses en cuivre pour les poudres à emmagasiner, aujourd'hui au nombre de 32,500 ; enfin par la substitution des métaux au bois dans un grand nombre d'objets confectionnés.

Les ateliers à feu comportent un assez grand nombre de machines, telles que souffleries mécaniques, moutons à *étamper*, machines à faire les vis, machines à tarauder, à raboter, à buriner, à percer; machines à plier les tôles de fer et de cuivre; tours de diverses dénominations; enfin des moteurs à vapeur pour les desservir.

Toutefois, l'organisation militaire des ouvriers de l'artillerie; le genre d'instruction pratique dont ils ont besoin pour le service de bord, pour celui des colonies et pour les diverses expéditions dans lesquelles ils sont détachés; rend l'emploi des machines moins applicable dans les ateliers d'artillerie que dans ceux des autres services de la marine. Car les ouvriers militaires doivent avant tout y être exercés dans des prévisions de guerre ou d'embarquement, à confectionner tout ce qui est de leur ressort, sans le secours d'aucune machine.

Figures 756 des planches.

L'artillerie de terre a aussi adopté divers types de bâtiments pour les ateliers à métaux, qui peuvent s'adapter également bien à ceux de l'artillerie de marine. Leur largeur varie encore depuis 7$^{m}$,40 jusqu'à 18$^{m}$,70 suivant les emplacements disponibles.

Les massifs de forges dans les types n$^{os}$ 4 et 5 sont espacés de 8 en 8 mètres, ce qui sert à déterminer la longueur des bâtiments, en ajoutant l'espace nécessaire : pour l'emplacement des diverses machines usuelles; pour les escaliers de communication avec les étages supérieurs; les passages en travers, les magasins d'outils, et les bureaux qui sont reportés ordinairement aux extrémités.

Les bancs de limeurs, dans ces deux types de bâtiments, sont placés le long des murs de face; l'ajustage a lieu à chaque feu dans le type n° 5, et à la moitié des feux dans le type n° 4.

Dans le type n° 3, les massifs de forges sont espacés alternativement de 8 mètres et de 16 mètres; l'*appliquage* se fait dans l'espace de 16 mè-

tres réservé de deux en deux massifs, et aurait par conséquent lieu à la moitié des feux.

L'emplacement des bancs de limeurs serait à l'une des extrémités, ou à toutes les deux, suivant le besoin.

Les types n$^{os}$ 1 et 2, qui peuvent toujours être considérés comme les moitiés de ceux n$^{os}$ 4 et 5, seront calculés d'après les mêmes bases.

Tout ce qu'on a dit, à l'occasion des ateliers à métaux du service des constructions navales, pour la forme et l'exécution des autels de forges, des hottes, tuyaux conducteurs de fumée, s'applique ici.

Les ateliers à métaux de l'Artillerie sont habituellement plafonnés en plâtre, à la fois pour diminuer les chances d'incendie et empêcher la poussière de tomber sur les limeurs et ajusteurs.

Les tours moyens à métaux, les dépôts d'objets confectionnés sont placés dans les étages et les combles supérieurs, au-dessus des ateliers de forges. Ces étages et combles sont garnis d'étagères, de casiers et d'armoires, de crochets de suspension pour l'arrangement avec ordre et propreté de la multitude des objets métalliques de même forme qui dépendent du service de l'artillerie.

Suivant la disposition des jours de rive, ces étagères et armoires pourraient être dirigées par rangs transversaux à la longueur du bâtiment, dont les rues correspondraient aux jours; ou par rangs longitudinaux interrompus au droit de ces jours, et éclairés par des châssis vitrés sous les toitures.

Les objets en approvisionnement, en 1838, dans tous les arsenaux de la marine française, indépendamment de ce qui était en service à bord, consistaient: en plus de 1,200 articles de vis de pointage, chevilles œuvrées, évalués 491,680 fr.; et de 32,500 caisses en cuivre pour gargousses, évaluées 1,875,600 fr.

Ateliers et magasins d'armurerie.

Les ateliers d'armurerie des ports ont à préparer, visiter et remettre en état non-seulement les fusils, mousquets, espingoles, sabres, pour l'armement des corps organisés et des équipages embarqués, mais aussi les *percuteurs* aujourd'hui au nombre de plus de 22,000 pour les bouches à feu, amorcées par des capsules de poudre fulminante.

Ces établissements se composent: de quelques feux de forges qui peuvent être au rez-de-chaussée; d'ateliers de limerie et d'ajustage, qu'il convient de placer aux étages supérieurs ainsi que les dépôts d'objets à réparer; et d'autres dépôts pour les objets fabriqués et à réparer, qui ont à subir

fixés sur ces tablettes auraient servi à suspendre les baudriers et ceinturons.

756 L'artillerie de terre a adopté pour les salles d'armes les mêmes types de bâtiments, nos 1, 2, 3, 4, 5, que pour les ateliers en bois et en fer. Dans les quatre derniers, les rateliers d'armes sont placés dans l'axe de travées *perpendiculaires* aux murs de face, et sont coupés dans toute la longueur de la salle et dans son milieu, par une allée de communication. Dans le type n° 1, les râteliers sont placés de la même manière, mais l'allée de service est réservée le long des murs de face.

Ces établissements sont subdivisés comme tous les précédents. La nomenclature des objets qui en dépendent est fort longue, et présente entre autres articles ceux qui suivent, et dont on relate l'approvisionnement dans les arsenaux de France en 1838, indépendamment de ce qui était en service à bord :

| | | Quantités | Valeurs. |
|---|---|---|---|
| Bailles et sceaux de combats, auges pour apprêtés | | | 228,110 fr. |
| Fanaux de combat, râteliers d'armes, cornets d'amorce | | | 144,780 |
| Leviers de pointage, pinces, cuillers, dégorgeoirs | | | 488.940 |
| Éléments de préparations des mitrailles | Plateaux | 112.600 plat. | 2.858.530 |
| | Culots | 90.200 cul. | |
| | Grosses balles | 221,600 bal. | |
| | Petites balles | 2,955.390 bal. | |
| Mitrailles préparées de tout calibre, en nombre, | | 122.650 | 1.059.600 |
| Préparations de gargousses | | 285,450 | 131,950 |
| Serges pour apprêts de gargousses | | 29.710 mèt. | 191,000 |
| Parchemin | | 78,490 feuil. | |
| Papier | | 224,420 feuil. | |
| Gargousses préparées | | 229.830 | 523,950 |
| Valets cylindriques et ovoïdes | | | 226.980 |
| Cordages en pièces | | 158,570 kil. | 251,200 |
| Palans, dragues et autres pièces | | | 492,750 |
| Coeffes en toile, enveloppes, manches | | | 44.500 |
| Garde-feux en cuir, en nombre | | 32.270 | 201.510 |
| Préparations diverses de buffleterie | | | 129,000 |

L'emmagasinage et la préparation de ces objets n'imposent, du reste, aucunes sujétions spéciales; des locaux secs, aérés, qui se prêtent à l'arrangement par espèces et sous-espèces suffisent.

A l'arsenal de Brest, ces établissements occupent trois locaux.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Le 1er dépôt de mitraille avait | 54m,60 de long. sur | 11m,70 de larg., ou en surface | | | 638mq,8 |
| Le 2e, garniture de l'artillerie, | 39m,70 | — | 11m,70 | — | 464mq,4 |
| Le 3e, Sainte-Barbe. . . . . . . | 42m,90 | — | 10m,00 | — | 429mq,0 |
| | | | | | 1532mq,2 |

Dans l'arsenal de Lorient, ces établissements présentent une surface totale d'environ 708 mètres carrés sur 4 de hauteur.

SEPTIÈME CATÉGORIE D'ÉTABLISSEMENTS.

*Dépendances du service des Subsistances de la marine.*

Bureaux du directeur, bureaux des fonctionnaires et employés sous ses ordres, archives;
Dépôts de combustibles pour la boulangerie et pour les délivrances aux bâtiments armés, avec bureaux de maître;
Magasins de blés et de légumes secs, ou silos de conservation, avec bureaux de maître;
Ateliers de mouture; *Id.*
Dépôts de farine et bluteries; *Id.*
Étuves pour le séchage des farines et autres objets; *Id.*
Ateliers de boulangerie; *Id.*
Panneteries pour le pain journalier; *Id.*
Soutes à biscuits de mer; *Id.*
Ateliers et magasins de tonnellerie pour boucaud de farine et de biscuit pour barils de salaison, et bariques de liquides; *Id.*
Ateliers et magasins de choucroûte et oseille confite; *Id.*
Ateliers et magasins de salaisons; *Id.*
Magasins de fromages et comestibles divers; *Id.*
Dépôts pour les huiles, vinaigres, vins journaliers et vins de campagne. *Id.*

Dépôts de combustibles pour la boulangerie et les délivrances aux bâtiments armés.

Ces dépôts, dont l'importance peut être appréciée par les quantités qui existaient dans tous les arsenaux de la Marine française en 1838, et qui étaient de

17,270 stères de bois,
4,464,920 kilogr. de fagots,
1,444,140 kilogr. de charbon de terre,

ont toujours excité la sollicitude des autorités chargées de veiller à la sûreté des arsenaux. On pourrait encaver ces combustibles; mais la dépense de leur conservation par ce moyen serait hors de proportion avec

leur valeur. Il serait préférable d'avoir des entrepôts *extérieurs* pour la plus grande partie de l'approvisionnement, de manière que la provision journalière fût seule dans l'enceinte des arsenaux.

Magasins de blés et de légumes secs ou silos.

Les quantités totales de blé et de légumes qui étaient en approvisionnement en 1838, dans les arsenaux de la Marine française, étaient pour les premiers de. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 7.219,660 kilogr.

Pour les seconds, de. . . . . . . . . . . . . . . . 1,979,820 kilogr. dont la plus forte partie était réunie dans les arsenaux d'armement de Brest et de Toulon.

De pareils approvisionnements exigent des espaces très-étendus en surface, à raison de la hauteur au minimum de 0$^{m}$,70, et ordinairement de 0$^{m}$,50, sur laquelle les amas de blé et de légumes sont dressés; et des espaces vides qu'il faut réserver pour *le pellage* de ces munitions.

M. le capitaine du Génie Morin, dans un mémoire fort remarquable qui a été couronné, et publié dans le *Mémorial du Génie*, évalue : que l'espace nécessaire à 450,000 quintaux métriques de blé, est une surface de 120,000 mètres superficiels, c'est-à-dire le même que celui qui suffirait pour loger 20,000 hommes, ou le dixième des hommes que cet approvisionnement nourrirait, en supposant que 162 rations de soldats correspondent à un quintal métrique.

Le nombre des rations de pain à terre était, dans toute la marine française, en 1838, de. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 4,007,500

Mais celui des rations de mer, dont la plus grande partie consiste en biscuit, était, dans la même année, de. . . . . . . . . . . 9.648,940

Et ces dernières rations ne sont pas, comme les premières, préparées au fur et à mesure; elles sont délivrées en une seule fois, et quelquefois pour six mois et plus de campagne, et à tous les bâtiments d'une escadre.

On voit que les magasins de blé et de légumes dans les arsenaux sont des établissements d'une très-grande importance. Ils ont besoin d'ailleurs d'être planchéiés, bien aérés, préservés de la poussière, et, autant que possible, des atteintes du feu venant de l'extérieur. Leur hauteur intérieure peut être réduite à 3 et même 2 mètres 50.

Les mouvements des sacs s'opèrent : ou par des trappes intérieures; ou par des portes-fenêtres extérieures, et à l'aide de poulies et de treuils.

Les magasins de blé et de légumes de l'arsenal de Lorient, qui sont les plus spacieux des établissements de ce genre dans la Marine française, présentent une longueur développée de 289 mètres, sur une largeur

moyenne de 8 mètres, et une hauteur surabondante qui partout est de plus de 4 mètres.

M. le capitaine Morin, dans le mémoire déjà cité, relate tous les résultats des expériences faites pour la conservation non-seulement des céréales, mais encore des farines dans des *silos souterrains*, et dans des soutes revêtues intérieurement de feuilles de plomb. Il indique les formes, le mode de construction et le genre de revêtissage les plus convenables; les précautions à prendre pour l'*ensilage*, et entre autres l'*étuvage* préalable des céréales et des farines. Silos

Cet officier conclut: que des silos établis pour contenir 500,000 kilogr. de grains ne coûteraient que 586,980 fr., tandis que le loyer *annuel* de magasins dans le système ordinaire s'élèverait pour la même quantité à 175,749 fr., non compris les frais d'entretien, les chances d'incendie, les frais d'emmagasinage, de pellage et les déchets. M. Morin a présenté, à l'appui de son mémoire, un projet de manutention dans le système des silos.

Aucune enceinte des arsenaux français n'est encore pourvue des moyens de moudre les quantités de blé relatées plus haut. A Brest seulement, la Marine a acquis quelques moulins à l'extérieur, dont l'exploitation a lieu en régie. Mais à Brest même, la mouture de la plus grande partie des blés se fait, comme ailleurs, à l'extérieur, chez des meuniers payés au quintal métrique; et la Marine n'a aucune garantie que les farines qu'on lui remet sont provenues de ces blés, et n'ont pas été mélangées frauduleusement. Ateliers de mouture.

Le rendement moyen stipulé dans les marchés à l'État fait perdre d'ailleurs toutes les bonifications des céréales d'une qualité supérieure.

On a proposé, pour les *ports de l'Océan*, des moulins sur bateaux, mus alternativement par les courants de flot et de jusant; et des moulins *à marées*, comme ceux qui existent à l'*office des vivres* à Portsmouth en Angleterre. Mais l'un et l'autre expédient ne fournissent qu'un travail intermittent de 8 heures au plus en douze heures, avec des vitesses si variables d'action, que la mouture n'en pourrait jamais être ni régulière ni convenable. La plupart des ports manquent d'ailleurs d'emplacements pour les étangs que les moulins à marées exigent.

La mouture par des machines à vapeur dans l'intérieur des arsenaux serait la seule disposition qui garantirait la bonne qualité des farines, en temps de paix, et l'approvisionnement des ports, en cas de pénurie d'eau, de blocus ou d'attaques de l'ennemi.

Ces appareils peuvent d'ailleurs, dans des intermittences de mouture,

être appliqués à d'autres travaux. D'après divers renseignements recueillis, une machine à vapeur de 6 chevaux mettrait en mouvement deux jeux de meules complets avec tous leurs accessoires, capables chacun de moudre 100 kil. par heure. Les moteurs des meules coûteraient ensemble 24,000 fr.

Le bâtiment pour les meules aurait environ 10 mètres en carré, et quatre étages de $3^{m},50$ de hauteur extérieure, indépendamment des hangars d'abri pour les machines motrices et pour les transmissions de mouvements.

Le prix ordinaire de mouture des farines de la Marine est d'environ 1 fr. 30 cent. par quintal métrique; le rendement est calculé à raison de $55^{k},90$ de farine par quintal métrique de blé.

Le *Manuel du Mécanicien constructeur de moulins*, par Olivier Évans, contient la description des usines de mouture perfectionnée qui ont été établies aux États-Unis.

Dépôts de farine et bluterie.

La quantité totale de farines d'armement qui était approvisionnée dans les arsenaux de la Marine française, en 1858, et presque en totalité à Brest et Toulon (non compris celle qui était entrée dans la fabrication du pain et du biscuit), a été de 3,633,176 kilog., qui exigent au moins, pour leur conservation en magasin, un espace superficiel de 9,600 mètres carrés. D'après d'autres évaluations qui paraissent exagérées, il faudrait 2 mètres superficiels par quintal métrique de farine.

Les locaux de bluterie doivent être à la fois frais et secs, planchéiés avec soin et plafonnés. Il est avantageux de les placer au-dessus des boulangeries, de manière à faire servir la chaleur des fours à entretenir une température à peu près uniforme dans les dépôts de farines. Ces derniers sont d'ailleurs pourvus de bluteaux portatifs mus à bras d'hommes.

Les bluteries de Brest sont aux deuxième et troisième étages du bâtiment dit des *quatorze fours*, et présentent une surface approximative de 150 mètres de longueur sur $13^{m},65$ de largeur, sur une hauteur moyenne de $3^{m},40$.

Au port de Lorient, les dépôts de farines de bluteries occupent trois salles d'un développement de 135 mèt. de longueur sur 7 mèt. de largeur, et une hauteur variable de $3^{m},50$ à 5 mètres.

Le mémoire déjà cité de M. le capitaine du Génie Morin indique aussi l'emploi des silos et des soutes revêtues en feuilles de plomb laminé, pour la conservation des farines.

L'étuvage des blés et des farines est quelquefois nécessaire pour les

munitions de retour qui ont été avariées; il est considéré comme utile avant leur *ensilement* ou leur embarillage. Étuves pour le séchage des blés et farines.

Dans quelques boulangeries, les étuves ont été placées au-dessus des fours même des boulangeries, et sont chauffées par des tuyaux d'air chaud ou de vapeur d'eau, partant du pourtour extérieur de ces fours. Mais l'aérage naturel ou artificiel sont peut-être préférables.

Les ateliers de boulangerie des arsenaux ont deux destinations. Ateliers de boulangerie.

La première est permanente: c'est la fabrication journalière du pain pour les Corps organisés, les Équipages des bâtiments en rade, les hôpitaux et les bagnes. On a dit plus haut le chiffre total des rations journalières dans toute la Marine française pour l'année 1858.

L'autre destination est intermittente, c'est la fabrication du biscuit de mer.

Les fours, pour cette dernière fabrication, ont ordinairement moins de *montée* ou flèche que ceux pour la fabrication du pain. Elle est de $0^m,55$ à $0^m,58$ pour les premiers, et de $0^m,63$ à $0^m,70$ pour les seconds; relativement à des diamètres transversaux variables de 3,35 à $5^m,52$, et à des distances depuis la bouche jusqu'au fond, variables de 4 mètres à $4^m,50$.

Les figures 758 des planches indiquent les formes et dimensions des fours de la boulangerie de Lorient. Figures 758 des planches.

Les produits des fours sont évalués comme suit :

Chaque fournée de pain comporte 180 pains qui ont $0^m,22$ à $0^m,27$ de diamètre, 0 mètre 08 d'épaisseur, et pèsent $1^{kil.},50$ chacun.

On peut faire dans le même four jusqu'à dix fournées par 24 heures.

Chaque fournée de biscuit de mer est d'environ 480 galettes pesant ensemble 80 kil., et ayant pour dimension $0^m,13$ en carré et $0^m,015$ d'épaisseur.

Il peut aussi y avoir 10 fournées en 24 heures.

Les boulangeries ont besoin de chaudières alimentées par des conduits d'eau douce; car chaque fournée de pain consomme environ 115 kil. d'eau chauffée de 40 à 50°; et chaque fournée de biscuit $42^k,50$ d'eau à la même température.

A Brest, il y avait quatorze chaudrons pour 45 feux.

Les figures 759 des planches représentent : Figures 759 des planches.

1° Les plans d'un four à pain de boulangerie, proposés dans le *Mémorial du Génie*, n° 9, année 1827, par M. le capitaine du Génie Morin, avec chaudières pour le chauffage de l'eau, et tuyaux de chaleur aboutissant à un séchoir cylindrique et à une étuve adjacente;

On a remarqué que les grandes soutes conservaient le biscuit moins bien que les petites ; parce que les délivrances, y étant alors *partielles*, exigeaient plusieurs ouvertures et fermetures successives, et y introduisaient l'air humide.

On a remarqué aussi : que les galettes de biscuit qui avoisinaient les murs de face, particulièrement ceux qui étaient exposés à des vents pluvieux, moisissaient assez rapidement, même lorsqu'un lambrissage était interposé. Aussi, dans des soutes récemment exécutées à Lorient et à Cherbourg, on a réduit leur dimension à 5 mètres de longueur sur 4m,75 de largeur, et 2m,90 de hauteur, en les isolant des murs extérieurs par des corridors.

Les parois des soutes sont ordinairement faites de deux plans de bois croisés, de 0m,035 d'épaisseur chacun, entre lesquels est une toile brayée ou une toile imperméable. En outre, on braye avec soin tous les parements intérieurs après que le bois a été desséché artificiellement. Des feuilles laminées en plomb remplaceraient peut-être les toiles avec avantage.

Les portes d'entrée sont exécutées de la même manière, et brayées avec soin après leur fermeture.

La contenance d'une soute peut être calculée d'après la donnée suivante : que 198,900 biscuits, pesant ensemble 33,150 kilogrammes, et cubant 150mc.,40 d'après la somme de *leurs volumes géométriques*, exigeaient une capacité de soute de 68mc,20. Ainsi, malgré le mode d'arrimage des biscuits, le vide occupé par l'air est encore le tiers du volume réel.

La quantité totale de biscuits, approvisionnée pour toute la Marine française, en 1838, était de 2,334,140 kilogrammes, indépendamment des quantités en consommation à bord des bâtiments armés.

Le parc des vivres de l'arsenal de Brest compte 36 soutes à biscuits au-dessus des boulangeries dites des 20 *et des* 11 *fours*. Ces soutes ont environ 02m,9 à 0m,20 en quarré, et 3m,80 environ de hauteur. On a évalué qu'elles pourraient contenir 455,000 kilogr. de biscuits.

Les soutes du port de Lorient, au nombre de huit, occupent, y compris les corridors, un espace superficiel de 36 mètres de longueur sur 6 mèt. de larg.

Ces établissements exigent des hangars d'une grande capacité : pour le dépôt des merrains ; pour le travail des barils et boucauds, et des barriques pour vins de campagne ; pour le dépôt de ceux de ces objets qui sont préparés à l'avance, et de ceux qui proviennent de remises et de désarmements. La valeur totale de ces objets, en 1838, pour toute la Ma- Ateliers et magasins de tonnellerie.

rine française, était de plus de 500,000 fr., indépendamment de ce qui était en service à bord des bâtiments armés.

Ces établissements doivent être, du reste, autant que possible, à l'abri des atteintes du feu provenant de l'extérieur.

magasins ...croute ...confite.

Ces fabrications ont été établies récemment dans ceux des arsenaux où elles pouvaient se faire avec le plus d'économie. Elles se sont élevées pour toute la Marine française, en 1837, à. . . . 42,679 kil. de choucroute, provenus de 103,114 kil. de choux.

Et à. . . . . . . . . . . . . . . . . . . 27,457 kil. d'oseille, provenus de 41,109 kil. d'oseille brute.

Les locaux pour la fabrication de la choucroute sont des caveaux humides; où le chou, coupé en petites tranches et mélangé avec de la saumure, fermente dans des cuves dont le couvercle est pressé par des leviers ou par des vis.

Des tuyaux spéciaux d'alimentation d'eau sont nécessaires. Le sol, formé d'un pavage en mortier hydraulique, exige de fortes pentes et des égoûts d'écoulement pour l'eau infecte provenant de la vidange des cuves.

L'atelier de choucroute de l'arsenal de Lorient, placé dans un rez-de-chaussée, a 10 mètres de longueur sur 7 mètres de largeur, et environ $3^{m},50$ de hauteur.

Les ateliers et magasins d'oseille confite ont besoin de cuves, de fourneaux et d'un mobilier assez considérable de boîtes en fer-blanc.

Ces établissements, au port de Lorient, sont renfermés dans deux espaces superficiels, dallés, ayant ensemble 40 mètres de développement sur 5 à 6 mètres de largeur.

...et bouche- ...es ...curies.

La quantité totale de viande fraîche qui a été consommée dans les ports de France, en 1838, a été de 722,582 kilogrammes. Une partie a été fournie par des bouchers adjudicataires ayant leurs propres tueries; une au partie par les boucheries intérieures des arsenaux.

Ces dernières sont installées de la même manière que les abattoirs des grandes villes. Ainsi, il s'y trouve des écuries pour les bestiaux, des tueries proprement dites, des locaux d'étalage et de distribution des viandes, et des magasins de sel.

L'orientation des boucheries doit être au nord ou à l'est; la ventilation y sera active; les pavages et dallages seront exécutés en maçonnerie hydraulique, dressés sur de fortes pentes, et conduiront les immondices dans des puits ou des égoûts de vidange.

A défaut de voûtes en maçonnerie, les tueries et lieux d'étalage doivent être plafonnés. Ces établissements consomment, du reste, beaucoup d'eau douce pour le lavage des bestiaux, et d'eau de mer pour celui des dallages.

Les magasins de sel, dont l'administration des douanes a des doubles clefs, réclament beaucoup de soin dans leur construction. Ils doivent être dallés et voûtés, ou au moins lambrissés de tous côtés à l'intérieur. Une espèce de fosse dans le dallage recevra les eaux salées provenant de la fonte du sel.

Un nouvel établissement de boucherie qui paraît très-bien installé vient d'être établi au parc des vivres de Brest, d'après les projets de M. l'Ingénieur Menu de Mesnil.

La Marine française, en 1837, avait en approvisionnement environ. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 756,000 kil. de bœuf à divers degrés de préparation et. . . . . . . 1,860,000 de lard *id.*, provenant des opérations des ports de Cherbourg, Nantes, Rochefort et Bordeaux. Ateliers et magasins de salaisons.

A Rochefort, les établissements de salaisons sont annexés à la boucherie, ainsi que l'indique le plan principal de la figure 761 des planches. Figures 761 des planches.

A Cherbourg, le lard dit *en chevilles* est fourni par le commerce, et sa préparation se fait dans une enceinte spéciale où se trouvent à la fois : les magasins de lard, l'atelier des salaisons, les magasins de merrains, la tonnellerie avec sa chaufferie et ses hangars, et les magasins de salaisons préparées.

Ces ateliers veulent des localités fraîches, dallées et voûtées, abondamment pourvues d'eau d'alimentation et d'eau de mer pour les lavages, et d'égouts pour les eaux de vidange.

Les salaisons, embarillées dans des barils du poids d'environ 100 kil. l'un, sont déposées dans les divers ports d'armements, dans des locaux d'un assez grand développement, à la fois frais et secs, et situés ordinairement au rez-de-chaussée.

Le magasin des salaisons de l'arsenal de Brest a 57 mètres de longueur sur 10 mètres environ de largeur, et 4 mètres de hauteur. Magasins de comestibles divers.

Le service des Subsistances délivre des denrées diverses aux bâtiments armés, dont les principales sont : Les fromages, riz, sucres et cafés ; les assaisonnements, tels qu'huile d'olive, beurre, vinaigre, moutarde et poivre. L'importance de ce genre d'approvisionnements a été, en 1837,

pour toute la Marine française comme il suit ; et appartient en majeure partie aux ports d'armement de Brest et Toulon.

| | |
|---|---|
| Fromage. . . . . . . . . . . . . . | 180,681 kilog. |
| Riz. . . . . . . . . . . . . . . . | 122,568 kilog. |
| Sucre. . . . . . . . . . . . . . . | 112,571 kilog. |
| Café. . . . . . . . . . . . . . . | 105,100 kilog. |
| Huile. . . . . . . . . . . . . . . | 80,030 kilog. |
| Beurre. . . . . . . . . . . . . . | 74,917 kilog. |
| Vinaigre. . . . . . . . . . . . . . | 225,627 lit. |
| Moutarde. . . . . . . . . . . . . | 12,397 kilog. |
| Poivre. . . . . . . . . . . . . . | 2,025 kilog. |

La nature de ces denrées usuelles indique suffisamment les conditions que leur bonne conservation impose. Les riz, les sucres et cafés sont gardés en boucauds; les huiles et vinaigres seront dans des caveaux humides et froids, et à l'abri de toute atteinte du feu.

Les fromages, qui sont très-exposés aux attaques des rats et des souris, en sont préservés, par des enduits où il entre des cassons de verre; et surtout par l'établissement au-dessus des dernières tablettes supérieures, et à la jonction des parois verticales avec les plafonds, de planchettes saillantes en feuilles minces de fer-blanc ou de zinc, qui empêchent ces animaux de glisser le long des murailles.

Caves aux légumes et aux spiritueux.

L'approvisionnement de liquides pour la Marine est d'une grande importance, ainsi qu'on en peut juger par les chiffres suivants, de l'existant en 1837, dans tous les arsenaux de France.

| | | |
|---|---|---|
| 1. | Vins journaliers. . . . . . . | 5,392,122 lit. |
| | Cidre. . . . . . . . . . . | 167,366 |
| | Eau-de-vie. . . . . . . . . | 202,434 |
| 2. | Vins de campagne. . . . . . | 6,707,753 |

Les articles n° 1 sont ordinairement réunis près de l'ensemble du service des subsistances, parce que leur distribution journalière pourrait donner lieu à des pertes.

Mais les vins de campagne, qui sont délivrés en barriques et par grandes quantités, sont sans inconvénient éloignés du centre de la surveillance, et rapprochés, autant que possible, des quais d'armement.

Les caves aux liquides doivent être voûtées et pourvues de fermetures métalliques. Leur parfait asséchement est indispensable. Les spiritueux sont dans un local isolé.

Les barriques de vin sont ordinairement sur deux rangées en hauteur; mais le défaut d'espace a forcé quelquefois de les placer sur trois et même sur quatre rangs.

L'arsenal de Lorient est un des mieux pourvus pour l'emmagasinage des vins. Les vins journaliers, qui y sont en petite quantité par l'absence de bagnes et d'hôpitaux, y sont déposés avec les huiles et vinaigres et eaux-de-vie dans des locaux dont le développement total est de 60 mètres sur 7 mètres de largeur et 3$^{m}$,50 de hauteur.

Les vins de campagne sont conservés dans des caves immenses, voûtées, parfaitement sèches, situées sous le bâtiment de l'ancien bagne, et présentant un développement total de 272 mètres sur 4 mètres de largeur moyenne, et 3$^{m}$,50 de hauteur, sous clef.

Les établissements des subsistances à Rochefort, établis en 1671, sur une très-grande échelle, occupent une surface de plus de 14,400 mètres carrés, et sont réunis dans un seul massif de bâtiments. On a évalué leur contenance comme suit :

| | |
|---|---|
| Magasins de blé. . . . . . . . . . . . . . | 6 à 7,000 quintaux. |
| — de farine pour boulangerie. . . . | 6 à 7,000 |
| — — pour armement. . . . . | 5 à 6,000 |
| Boulangerie pouvant fabriquer par jour. . . | 50,000 rations de pain.<br>19,000 rations de biscuit. |
| Soutes à biscuit pour. . . . . . . . . . . | 27,000 quintaux. |
| Salles de salaisons pour. . . . . . . . . . | 5 à 600 quintaux. |

Huit caves sont destinées aux liqueurs; les deux parallèles à la longueur du corps de logis contiennent 1,500 barriques.

On terminera ce qui est relatif au service des subsistances de la marine, en recommandant l'examen détaillé des installations de toute espèce faites à la nouvelle manutention générale établie par le département de la guerre sur le quai de Billy, à Paris.

# RÉSUMÉ DE LA QUARANTE-QUATRIÈME LEÇON.

SUITE DES ÉTABLISSEMENTS CIVILS DES ARSENAUX.

---

*Établissements dépendants du service de Santé; Établissements dépendants du service Administratif; Dépendances diverses; Établissements dépendants du service des Constructions hydrauliques; Établissements de fabrications extérieures aux arsenaux.*

---

HUITIÈME CATÉGORIE.

*Dépendances du service de Santé, confié aux médecins et chirurgiens de la Marine.*

Bureaux, salles de conseil, archives et bibliothèques du conseil de santé.
Postes des chirurgiens isolés.
Pharmacie centrale et jardin botanique.
Salles et amphithéâtres pour les cours, salles d'anatomie, de dissection, et laboratoires.
Hôpitaux ordinaires avec toutes leurs dépendances.
Hôpitaux de réserve avec toutes leurs dépendances en cas d'épidémies, et pour le service de la flotte en temps de guerre.

ıreaux, salles de conseil, ırchives et bibliothèque u conseil de santé.

Ces établissements sont ordinairement placés dans l'enceinte ou au moins dans le voisinage des principaux hôpitaux ordinaires des arsenaux.

Dans les arsenaux comme celui de Lorient, où les malades sont traités par abonnement avec les hospices civils, les bureaux du conseil de santé sont rapprochés des casernes et de l'enceinte des travaux avec lesquels leurs rapports sont les plus fréquents.

Postes isolés de chirurgiens.

Ces postes ont pour objet l'administration des premiers secours aux hommes blessés ou tombés subitement malades sur les travaux, et la constatation des causes d'exemption de travail des ouvriers. Ils ont besoin de deux pièces à feu : l'une pour le service de l'officier de santé ; l'autre pour le poste des gardiens, qui sert de local de pansement, et dont la porte d'entrée doit être assez large pour que les brancards de blessés y puissent passer.

Pharmacie centrale avec laboratoire et jardin botanique.

Ces établissements sont aussi rapprochés que possible, et sont même souvent enclavés dans l'enceinte des hôpitaux ordinaires, qui sont les principaux points de consommation en médicaments et instruments.

La valeur de ces objets était, en 1837, pour toute la Marine française, de. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 680,237 fr.

Les positions, distributions et installations des pharmacies des ports sont à peu près les mêmes que dans les grands hôpitaux militaires et communaux. Ce genre d'établissements comporte :

Des cabinets de travail avec de petits laboratoires particuliers pour les pharmaciens ;

Des salles de recette et de dépôt pour les médicaments venus du dehors, présentant un vaste développement d'armoires vitrées et de buffets, pour l'emmagasinage des objets admis ou provisoirement rebutés ;

Un dépôt pour les médicaments et instruments provenant de remises et de désarmements ;

Un vaste laboratoire pourvu d'eau potable pour la préparation de certains objets, que la Marine s'est réservée ;

Des caveaux pour la bonne conservation de quelques munitions ;

Des locaux de dépôts d'ustensiles, vases et caisses.

Les principales subdivisions d'une pharmacie centrale sont ordinairement carrelées plutôt que planchéiées.

A l'ancien hôpital principal de l'arsenal de Brest, toutes les dépendances de la pharmacie occupaient une surface de 1,097 mètres carrés, dont 159 mètres carrés en caves.

Au nouvel hôpital Clermont-Tonnerre, dans le même arsenal, la pharmacie et ses dépendances ont une surface totale d'environ 1,960 mètres carrés.

A l'hôpital de Rochefort, le même établissement occupe environ 1,200 mètres carrés.

Aux pharmacies sont annexés des bassins alimentés par des eaux vives

pour la conservation des sangsues; et des jardins pour la culture des plantes médicinales usuelles.

Ces jardins deviennent de véritables jardins botaniques et d'horticulture dans les arsenaux comme Toulon et Brest, où il y a de nombreux retours de bâtiments venant de parages éloignés, ou ayant fait des voyages de circumnavigation.

Salles de cours, amphithéâtres, laboratoires pour les cours, salles d'anatomie, cabinets d'histoire naturelle, salles de dissection.

Ces établissements scientifiques dépendant des écoles de médecine et de chirurgie des ports, n'existent, avec tous leurs développements, que dans les arsenaux où la Marine possède, sur une grande échelle, des hôpitaux *directement* administrés par elle. Ils sont élevés à la proximité de l'enceinte des hôpitaux, et même y pourraient être enclavés.

Leur installation doit être analogue à celle des établissements des Facultés de Médecine à l'intérieur de la France.

Leur grandeur dépend de l'importance des cours, du nombre maximum d'élèves, du plus ou moins d'abondance des matériaux pour les salles d'anatomie et d'histoire naturelle, et des sujets pour les salles de dissection. Une part considérable doit être faite à l'avenir et aux nouvelles collections pour les salles d'anatomie et d'histoire naturelle et pour les bibliothèques.

Les vues et indications du conseil de santé et de MM. les professeurs doivent être suivies scrupuleusement pour l'orientation, les emplacements et les distributions intérieures des locaux.

Les arsenaux de Brest et de Rochefort sont, en France, les mieux dotés d'établissements scientifiques. Les surfaces, beaucoup trop rétrécies, qui leur étaient affectées dans l'hôpital principal de Brest, ne formaient qu'un total de 394 mètres carrés.

Dans le nouvel hôpital Clermont-Tonnerre, un amphithéâtre, deux salles de dissection, les serres et galeries occupent intérieurement environ 1,643 mètres carrés.

Il était question : de transférer ces diverses salles dans les zônes les plus élevées du jardin botanique, pour les isoler complétement; et de transférer dans un terrain encore libre les magasins pour le dépôt général des médicaments. On eût alors disposé de l'emplacement qu'occupe maintenant le service pharmaceutique dans l'hôpital Clermont-Tonnerre, pour y mettre le laboratoire de chirurgie et les salles des leçons et de démonstrations chimiques.

Le pavillon dit de l'*École de médecine*, à Rochefort, présente une sur-

face que. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 728 mètres quarrés, dont 336 mètres quarrés en mansardes.

Un jardin botanique de 9,200 mètres superficiels avec serres, dépend de cette école.

Hôpitaux pour le service ordinaire de la marine.

La question de la construction, et de la meilleure distribution et installation des hôpitaux en général, et des hôpitaux militaires et maritimes en particulier, est immense, et pourrait être l'objet d'un volumineux traité. Les principaux éléments en sont encore épars, et présentent d'ailleurs de grandes discordances.

Il est difficile en effet de discerner, parmi la multitude de causes qui peuvent aggraver la position des malades ou déterminer leur guérison, augmenter la mortalité ou au moins prolonger la durée moyenne des traitements; quelle est la part à faire à l'exposition, à l'aérage, aux formes, distributions et dimensions des principales parties d'un hôpital, enfin au mode d'exécution.

L'habileté des médecins, l'expérience des administrateurs, le dévouement du personnel permanent des hôpitaux, peuvent atténuer les effets d'une mauvaise installation; si ces éléments manquaient, une excellente distribution n'y pourrait remédier.

D'ailleurs, les hôpitaax des grandes villes, par leur situation, la variété des sexes et des âges, par l'espèce ordinaire des maladies, par les fluctuations peu étendues dans le nombre des malades, présentent beaucoup de dissemblances avec les hôpitaux militaires et maritimes. Ces derniers ne reçoivent généralement que des hommes compris entre 20 et 50 ans, dont la pluralité appartient à l'âge moyen de la vie, et qui sont ordinairement d'une forte constitution éprouvée par les fatigues.

Les maladies à traiter y sont : tantôt endémiques comme à Rochefort; tantôt dérivées du régime de vie tout à fait exceptionnel des hommes de mer, ou puisées dans les contrées intertropicales, et affectent alors quelquefois un caractère épidémique.

Enfin, les variations dans le nombre des malades sont brusques dans les hôpitaux de la Marine; et quelquefois du simple au quintuple.

Aussi le port de Brest, pourvu d'hôpitaux pour plus de deux mille malades, en réclame de nouveaux.

Les hôpitaux, considérés sous le rapport des facilités dans le service journalier, de la surveillance et de l'économie dans les dépenses de traitement, présentent encore un intéressant sujet d'études.

Ainsi l'installation des cuisines, des lingeries, des buanderies et des séchoirs; celle des moyens d'approvisionnement d'eaux alimentaires, d'eaux pour les bains, et d'eaux de lavage; celle des moyens de chauffage des salles, sont des problèmes fort importants. Mais les conditions qui s'y rattachent sont quelquefois en désaccord avec celles qu'imposent la salubrité et le traitement médical.

L'emplacement d'un hôpital doit être élevé, bien aéré, et cependant abrité; les eaux doivent en découler de toute part et ne pas y séjourner. On est tombé assez généralement d'accord qu'il fallait éviter les expositions froides et pluviales pour les façades des salles de malades, c'est-à-dire, dans les ports de l'Océan, celles depuis le nord-ouest jusqu'au nord-est; et choisir celles de l'Est et de l'Ouest, qui donnent d'ailleurs le soleil alternativement des deux côtés.

On a reconnu aussi :

Que malgré ces difficultés plus grandes de service, les édifices des salles devaient être isolés, de manière que le renouvellement d'air n'éprouvât aucun obstacle, et que la propagation d'une épidémie ne pût avoir lieu;

Que les édifices ne comportaient qu'un rez-de-chaussée très-élevé au-dessus du sol, et parfaitement asséché par des voûtes ou autres moyens, un premier étage, et un comble;

Que les cours intermédiaires devaient avoir une largeur *au moins* du double de la hauteur du faîte des édifices au-dessus du sol de ces cours;

Que les salles affectées aux diverses catégories de malades ne devaient pas contenir plus de 60 lits, et celles des convalescents plus de 80; à raison de 45 mètres cubes d'air par malade, et d'une hauteur intérieure d'au moins 4 mètres;

Que les parois intérieures de ces salles ne devaient présenter aucun ressaut; et que la *face intérieure* des trumeaux des jours devait avoir au moins une largeur égale à celle de deux lits, ou de $2^{m},08$, plus la distance réglementaire de $0^{m},70$ entr'eux;

Que les lieux d'aisance des salles devaient, autant que possible, être isolés des salles et toutefois en communication avec elles aux divers étages, par des galeries bien fermées et chauffées au besoin;

Enfin, que la meilleure disposition de lits consistait : en deux files sur les deux rives des salles, dont les lits seraient *en travers* de la longueur; avec une rue assez large entre les deux rives pour qu'il fût possible, en cas d'*encombrement temporaire*, d'établir soit une nouvelle file de lits *en travers* dans la partie centrale avec deux rues intermédiaires entre elles et

les anciennes files de rive, ou une seule file de lits *en long*. Dans le premier cas il faudrait 10$^{m}$,10 de largeur intérieure aux salles; et dans le second seulement 9 mètres.

Les bâtiments de servitude d'un hôpital, tels que : les bureaux administratifs; les dépendances du logement des sœurs hospitalières et des aumôniers; les cabinets pour les médecins et chirurgiens; les logements d'infirmiers; les salles de bains; les magasins de comestibles et de liqueurs; les offices et cuisines; les dépôts de matelas et couvertures; les lingeries; les décharges pour le mobilier des hôpitaux, exigent des espaces considérables, indépendamment de ceux des buanderies et séchoirs, qui ne sont pas nécessairement dans l'enceinte des hôpitaux; et de ceux des pharmacies, et écoles de médecine, dont il a été question ci-dessus.

La valeur totale du mobilier des hôpitaux de la Marine à Cherbourg, Brest, Rochefort, Toulon, consommé en 1838 et existant au 1er janvier 1839, était de. . . . . . . . . . . . . . . . . . . 3,424,100 fr.

Celle des vivres, objets de chauffage et de d'éclairage et provisions, était à la même époque de. . . . . . . . . . . . . . . . . . 451,110 fr.

A l'hôpital principal de Brest, les servitudes occupaient une surface totale de 3,966 mètres quarrés, comparativement à une surface totale de. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 4,335 mètres quarrés, en salles de couchage pour 500 malades.

Au nouvel hôpital Clermont-Tonnerre, les bâtiments de servitude présentent une surface totale aux divers étages d'au moins 5,840 mètres superficiels, comparativement à une surface totale en salles pour 1,500 malades, de. . . . . . . . . . . . . . . . . . 13,388 mètres quarrés.

A l'hôpital de Rochefort, dont le nombre de malades est de 1,200, les rapports des surfaces ci-dessus sont approximativement comme 6,707 mètres quarrés est à 7,079 mètres quarrés.

L'appendice n° 6 du tome 3 relate les programmes et légendes détaillés et complets du premier et du dernier de ces établissements, ainsi que les programmes récemment fixés, pour un grand hôpital maritime, pour une succursale de grands hôpitaux, et pour un hôpital de bagne.

La Marine française ne possède d'hôpitaux en régie qu'à Cherbourg, Brest, Rochefort, Toulon.

Le nombre des malades traités dans les hôpitaux est évalué à $\frac{1}{30}$ de l'effectif; et pour 1840, il est porté à 2,114 malades, constamment présents aux hôpitaux. La dépense totale de leur traitement est appréciée à 998,000 fr., non compris toutefois le capital primitif des édifices et du mobilier.

Hôpitaux de Brest.

L'hôpital Clermont-Tonnerre à Brest, le plus récent de tous ces établissements, a été construit par M. Trotté-Laroche, directeur des travaux maritimes. sur ses projets et ceux de M. Lamblardie fils.

L'emplacement, situé sur la rive de Brest dans un plateau irrégulier, touchant aux ateliers de l'arsenal et aux fortifications de Brest, avait été déterminé *à priori*.

Figures 762 des planches.

Les figures 762 des planches représentent les principales masses de ce grand ensemble de constructions commencé en 1823, et à peu près terminé aujourd'hui. Il aura coûté environ 2,500,000 fr. et peut contenir au moins 1,500 malades.

Il occupe une surface en rez-de-chaussée d'édifices de 12,565 mètres quarrés environ. et présente un développement de 2,736 mètres courants environ en murs de face. On y compte 1,571 ouvertures.

Il devait primitivement être voûté dans toutes ses parties, puis formé de planchers et de combles métalliques et incombustibles, afin de prévenir un incendie aussi désastreux que celui qui avait détruit l'hôpital général en 1776.

Mais diverses considérations, entre autres celles d'économie de temps et de dépenses, ont forcé de se resteindre à des couvertures ordinaires. Les poutres des planchers, dirigées dans le sens longitudinal, portent sur des *arceaux en maçonnerie* équidistants, auxquels on a reproché de morceler l'espace, et de gêner l'aérage et la surveillance.

On a critiqué aussi l'exposition des façades des salles de malades au sud-ouest et au nord-est; le peu de largeur des cours; leur fermeture à une extrémité par des galeries ou promenoirs couverts; et le rapprochement des lieux d'aisance des salles. Mais la plupart de ces inconvénients tenaient à l'emplacement, ou étaient commandés par les conditions du service intérieur.

L'eau douce d'alimentation et l'eau de mer pour les lavages sont élevées par des machines à vapeur de la force nominale de six chevaux et réelle de 8 à 9, de la fabrication de M. Saulnier, à Paris.

Elles élèvent *à la fois* par minute 266 litres d'eau douce à une hauteur maximum de $35^{m},20$; et 310 litres d'eau de mer à $22^{m},70$, en brûlant *chacune* 26 kilogrammes de charbon par heure.

Figures 763 des planches.

Les figures 763 des planches représentent la disposition générale de l'ensemble du système élévatoire. Les eaux douces prises à peu près à une demi-lieue de la ville, dans l'anse Saupin, sont amenées par un aqueduc qui suit la rive gauche de la rivière de Penfeld, jusqu'au pied du rocher sur lequel l'hôpital est bâti.

L'installation de détail des salles de bains à l'hôpital Clermont-Tonnerre, représentée figures 764 des planches, ne laisse rien à désirer. Figures 764 des planches.

Une chapelle avec portique à colonnes monolithes de granit porphyrique a été décorée avec beaucoup de goût.

La buanderie à vapeur et un séchoir artificiel à étuve, pour le linge, forment un établissement à part pour les hôpitaux de la Marine, à Brest. Leur installation a été exécutée par M. l'ingénieur Petot, il y a peu d'années.

L'importance d'un séchoir artificiel sera du reste appréciée, si l'on considère que les pluies, pendant près de six mois d'hiver, se prolongent quelquefois dans les ports de l'Océan sans *discontinuité* pendant quinze jours ou trois semaines: et qu'il était indispensable de pourvoir aux besoins des hôpitaux par une masse énorme de linge de rechange.

L'hôpital de Rochefort est une ancienne construction faite de 1782 à 1788, par l'ingénieur Touffaire, et qui a eu de la célébrité. Les figures 765 des planches en représentent les principales masses, et l'appendice n° 6 du tome III en indique la distribution. Cet établissement peut contenir 1,244 lits espacés à $1^{m},74$. Figures 765 des planches.

Le grand bâtiment central a des salles au premier étage et dans les mansardes. Au rez-de-chaussée sont la pharmacie, son laboratoire et les cuisines. Cette disposition serait considérée aujourd'hui comme mauvaise et insalubre.

Les servitudes sont approvisionnées d'eau par les pompes à feu établies sur un petit bras de la Charente. Un aqueduc, achevé en 1820, porte à la rivière toutes les immondices de l'hôpital.

L'enceinte de cet établissement est de 268,000 mètres superficiels.

Les hôpitaux maritimes ordinaires des arsenaux de Cherbourg et Toulon ont été installés dans les bâtiments d'anciennes abbayes et couvents, et dès lors ne peuvent être cités comme des types d'une bonne distribution pour des établissements nouveaux.

M. le baron Charles Dupin, dans la partie *Études et travaux de la force navale* de ses *Voyages dans la Grande-Bretagne*, fait une description très-avantageuse de l'hôpital maritime de Plymouth, représenté fig. 766 des planches. Hôpital maritime de Plymouth en Angleterre. Figures 766 des planches.

Dix grands pavillons, affectés aux diverses catégories de malades et convalescents, sont disposés autour d'une grande place rectangulaire, et sont réunis par un portique en saillie sur leur alignement, lequel sert à la fois pour les communications du service, et comme promenoir des malades. De petits pavillons intermédiaires aux grands sont affectés aux diverses servitudes de l'hôpital.

Chaque grand pavillon se compose d'un rez-de-chaussée et de deux étages ; et à chaque *plan* il y a deux salles de 18 mètres de long sur 7 mètres de largeur, avec $3^{m},60$ de hauteur au rez-de-chaussée et au premier étage, et seulement $2^{m},5$ au deuxième étage ; cette dernière cote est évidemment insuffisante.

Chaque salle de malades contient ordinairement 56 lits ; chaque salle de convalescents, environ 25.

Un premier réservoir, alimenté par des pompes, distribue l'eau dans les diverses salles pour les bains établis dans chaque pavillon, et pour une foule d'autres usages.

Un deuxième réservoir, contenant 180 tonneaux d'eau, a pour objet le nettoyage de tous les conduits.

Un édifice isolé est affecté à la buanderie et aux séchoirs. Dans ces derniers, les châssis en bois, établis dans une espèce d'étuve, dit M. le baron Charles Dupin, sont faits et mis en mouvement comme des *coulisses de théâtre*, et portent de longues traverses horizontales sur lesquelles on peut étendre le linge. On tire séparément et à volonté les diverses coulisses pour enlever le linge sec et le remplacer par du linge mouillé.

Hôpitaux de réserve pour les temps de guerre.

Les événements des dernières guerres maritimes avaient prouvé la nécessité d'hôpitaux de réserve pour recevoir les blessés et les malades des armées navales, à la suite d'expéditions ou de combats sur mer.

L'arsenal de Brest en possède un à Pontanézen, dans l'intérieur des terres, et un second à Landerneau, qui communique avec la rade de Brest par la rivière de Landerneau.

L'arsenal de Lorient a un hôpital de réserve pour 500 malades, au port Louis, à l'entrée de la rade, dont la surface des édifices est de 2,680 mètres carrés, et celle en cours et jardins, de 13,380 mètres carrés.

Rochefort possède quelques ressources du même genre à Saintes. La surface totale de cette succursale est de 5,900 mètres carrés.

Enfin, Toulon a vu s'élever assez récemment, pour la même destination, l'hôpital de Saint-Mandrier, sur la côte ouest de la rade, dont l'enceinte occupe 12 hectares de terrain.

Ces hôpitaux, dont l'usage est intermittent, et où les malades et les blessés ne séjournent que peu de temps, ne requièrent pas évidemment les mêmes servitudes et développements que les hôpitaux de service ordinaire.

Hôpital S^t-Mandrier, à Toulon.

L'historique des travaux de l'hôpital Saint-Mandrier a quelque intérêt.

L'auteur des projets de construction de l'hôpital s'était proposé d'en réduire de beaucoup la dépense, par l'emploi d'ateliers uniquement formés avec

les condamnés du bagne de Toulon. Par suite, il avait fait adopter un système de construction avec des matériaux en grande partie fabriqués par eux, telles que des voûtes plates en briques creuses, du poids chacune de 3 à 4 kilogr., pour lesquelles il avait imaginé des procédés ingénieux de fabrication.

Il crut aussi pouvoir se dispenser de pilotis, quoique le terrain se composât d'alluvions compressibles, et se borna, après un creusement préalable jusqu'à 6 mètres de profondeur pour les fondations des murs principaux, à effectuer des compressions par le battage d'un mouton de 400 kil., qui frappait sur des madriers, occupant toute la largeur des fouilles.

Des blocs de grès formant libages furent posés ensuite sur le terrain comprimé et furent battus directement avec le même mouton. La maçonnerie fut commencée en moellons de grès et chaux hydraulique artificielle, et frappée de mètre en mètre de hauteur par une hie du poids de 50 kil., jusqu'à ce que la fondation fût sortie de terre. Alors on exécuta les maçonneries en mortier ordinaire; des pierres calcaires furent substituées au grès, et les chambranles des croisées et les plinthes furent encadrés en briques.

Les voûtes d'arête des caves furent faites en moellons; les voûtes plates des plafonds et combles avec des briques creuses, dont on supposait que la poussée serait contrebalancée :

Au troisième étage, par un tirant en fer à chaque entre-axe;

Au deuxième étage, par un tirant pour deux entre-axes;

Et au premier étage, par un tirant sur quatre entre-axes.

Les cuisines devaient être placées dans les caves des soubassements; ces caves étaient traversées par un canal qui dégorgeait à la mer toutes les eaux de lavage de l'hôpital.

Des fourneaux calorifères, placés sous les escaliers, devaient, par des conduits d'air chaud pratiqués dans les murs et dans les voûtes, échauffer toutes les salles.

Des réservoirs, placés dans les combles, et alimentés par les pluies ou par des eaux élevées mécaniquement, devaient fournir l'eau aux diverses salles par des tuyaux en plomb.

Les lieux d'aisance, munis de fourneaux et de cheminées d'appel, étaient placés aux extrémités des salles.

Mais à peine les voûtes en briques creuses furent exécutées, que par suite de l'insuffisance d'épaisseur des murs, de l'inefficacité des tirants, et des tassements du terrain sous les fondations, des mouvements se manifestèrent avec lézardes aux reins et aux clefs des *voûtes des caves*, comme à

celles des étages supérieurs ; et 20 mètres de longueur de ces dernières écroulèrent.

Le déversement alarmant des murs de face força de démolir les voûtes plates en briques creuses ; mais pendant cette opération, l'écartement des murs de face s'accrut de plus en plus, et un étayement solide put seul en empêcher la chute.

M. l'ingénieur Bernard eut l'heureuse idée d'envelopper tout le bâtiment par un mur extérieur avec galerie voûtée à chaque étage, pour étayer le corps principal des constructions.

Cette galerie a eu l'avantage de faciliter le service des salles par l'extérieur, et d'offrir un promenoir couvert aux malades.

Les voûtes extérieures furent reconstruites avec $\frac{1}{3}$ de flèche ; un réseau serré de tirants en fer a lié les murs de face entre eux ; et depuis lors, l'hôpital a pu être mis en service.

Cet établissement, en tenant compte du bénéfice dû à l'emploi des condamnés, avait coûté, jusqu'en 1838, la somme de. . . . 1,850,000 fr.

Figures 767 es planches.

Les figures 767 des planches représentent l'état actuel de l'hôpital Saint-Mandrier.

NEUVIÈME CATÉGORIE D'ÉTABLISSEMENTS.

*Dépendances du service administratif confié au corps du Commissariat de la Marine.*

Bureaux, secrétariat du Commissaire général de la Marine, bureaux des employés sous ses ordres, archives.

Salles d'adjudications publiques et d'examens.

Bureaux et archives du commissariat des fonds.

— — — des revenus et armements.

— — — des travaux et des prisons.

— — — de l'inscription maritime du chef-lieu de l'arrondissement maritime, et du contrôle y relatif.

— — — des approvisionnements.

— — du garde-magasin général aux approvisionnements.

(Les bureaux sont ordinairement dans l'enceinte du magasin général de chaque arsenal.)

— — du commissariat des hôpitaux (sont ordinairement dans l'enceinte des hôpitaux).

Magasin général avec toutes ses dépendances.

Maisons d'arrêt et de détention.

Bagnes avec hôpitaux spéciaux pour les condamnés.

Casernements des compagnies gardes-chiourmes.

Bureau du commissariat des Revues et Armements.

Les bureaux de ce détail, indépendamment des locaux ordinaires nécessaires aux autres bureaux, ont besoin d'une grande pièce chauffée ou *vestibule* où puissent se tenir les militaires et matelots qui y sont appelés en grand nombre. Ces bureaux pourraient d'ailleurs être placés hors de l'enceinte des arsenaux.

Bureaux du commissariat de l'inscription maritime et du contrôle y annexé.

Ces bureaux doivent être en dehors de l'enceinte des arsenaux, et ont besoin, non-seulement comme les précédents, d'une pièce chauffée ou vestibule, pour la réunion des matelots des levées; mais de plus, d'une grande salle pour mettre à l'abri de la pluie et du froid, la foule des pensionnaires de la Marine, des deux sexes, généralement âgés et valétudinaires qui, à jours périodiques, se présentent pour recevoir les mandats de leur pension de retraite ou demi-solde.

Magasins généraux des arsenaux.

Le Magasin général des ports est une des grandes institutions fondées par Colbert. Son importance a été de beaucoup restreinte par l'ordonnance du 17 décembre 1828, et par les réglements postérieurs; mais un Magasin général est encore aujourd'hui :

Le lieu d'examen et de recette réel ou *fictif* de toutes les munitions venant du dehors;

Le lieu de dépôts *temporaire* de celles qui seront dirigées ultérieurement vers les magasins annexés aux ateliers des divers services consommateurs;

Le lieu de dépôt *permanent* des matières premières qui y restent jusqu'au moment de leur délivrance aux mêmes services;

Enfin, le lieu de dépôt *temporaire* des objets remis par ces services, et qui sont à expédier aux autres ports et aux usines extérieures de la Marine, ou à vendre au profit du trésor public.

Les matières brutes et autres qui sont d'un usage spécial et exclusif pour l'un des services consommateurs des ports sont, dès leur introduction, dirigés vers les chantiers et magasins de ce service, et ne traversent pas le magasin général. Mais dans l'ordre général de la comptabilité et dans les écritures, ces matières sont centralisées au magasin général dont les fonctionnaires ont seuls qualité pour en mandater la valeur, conformément aux marchés en vigueur.

La centralisation réelle et matérielle dans une seule enceinte, de toutes les dépendances d'un magasin général en faciliterait singulièrement la garde et la surveillance; mais elle augmenterait les chances d'incendie, et dans beaucoup d'arsenaux compliquerait les relations du magasin général avec les services consommateurs.

Aussi, les parcs aux bois de chauffage et aux charbons sont placés près des quais d'arrivages et près des principaux établissements consommateurs.

Aussi les chanvres et goudrons sont presque partout déposés dans des bâtiments à proximité des corderies.

Les magasins aux fers à Brest sont dans le voisinage des grandes forges des services des Constructions navales, de l'Artillerie et des Constructions hydrauliques.

Les grands approvisionnements de planches sont répartis sur divers points des arsenaux, et, autant que possible, dans les combles des hangars aux bois de constructions.

Enfin, les magasins aux huiles et aux essences sont en général isolés de l'ensemble des autres locaux du magasin général.

La nomenclature ci-dessous des principales matières brutes existant dans les arsenaux de la marine en 1838 fera ressortir les nombreuses conditions auxquelles un magasin général doit satisfaire, pour leur garde et surveillance; leur classification méthodique dans les dépôts; et pour atténuer les altérations que l'humidité, le temps et l'entassement peuvent y produire :

| | Nombres. | Valeurs. |
|---|---|---|
| Bordages et planches en sapins. . . . . . . . | 32,930 st. | |
| Gayac, buis, houx, chêne vert, acajou et autres bois des îles. . . . . . . . . . . . . . . . | 913,473 kilog. | |
| Merrains du Nord et de France, en nombre. . | 640,223 | 801,020 fr. |
| Gournables et rais bruts en nombre. . . . . . | 1,068,060 | |
| Avirons bruts. *Id.* *id.* . . . . . . . | 49,000 | |
| Aciers. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 141,500 kil. | 153,510 |
| Fers. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 11,287,600 kil. | 5,494,600 |
| Tôles fortes et minces. . . . . . . . . . . . | 1,124,180 kil. | 1,283,760 |
| Fers blancs et fers noirs. . . . . . . . . . . | 168,124 f[lles] | |
| Fonte de fer. . . . . . . . . . . . . . . . . | 2,926,770 kil. | 494,450 |
| Cuivres rouges en barres et en planches. . . . | 1,034,175 kil. | 5,414,710 |
| Cuivres jaunes. *Id.* *id.* . . . . . | 135,692 kil. | |
| Feuilles de doublage en cuivre. . . . . . . . | 261,780 kil. | |
| — — en bronze. . . . . . . . | 322,750 kil. | |
| Cuivres en saumons et vieux. . . . . . . . . . | 576,930 kil. | 1,444,930 |
| Plombs neufs et vieux, étains et zincs fondus. . . | 1,612,670 kil. | 782,200 |
| Fils en métaux, toiles métalliques. . . . . . . | | 113,000 |
| Toiles à voiles de manufactures. . . . . . . . | 1,270,450 mèt. | 4,013,480 |
| *Id.* *id.* rurales. . . . | 772,700 mèt. | |

| | Nombres. | Valeurs. |
|---|---|---|
| Étamines. | 332,320 mèt. | 752,120 fr. |
| Feutres à doublage. | 248,720 f[lles] | |
| Drogues et matières colorantes. | | 413,300 |
| Toiles diverses, étoffes en laine, en soie, coton, laines à matelas, crins, passementerie et mercerie. | | 730,060 |
| Cuirs et peaux, bourre de bœuf. | | 242,780 |
| Glaces, verres à vitres, verres lenticulaires, talc, cornes à lanternes. | | 295,780 |
| Objets de faïencerie et poterie. | | 176,260 |
| Diverses marchandises et fournitures de bureaux. | | 504,450 |
| Huile, suif, essence, cires, graisses, saindoux. | 753,380 kil. | 946,000 |
| Chanvres. | 1,976,800 kil. | 2,337,800 |
| Brais et goudrons, résines et suifs. | 1,864,000 kil. | 406,100 |
| Charbon de bois. | 126,510 hect. | 2,738,130 |
| Bois à brûler. | 32,000 st. | |
| Charbon de terre en poussière. | 214,730 hect. | |
| — — en roche. | 49,603,530 kil. | |

Un magasin général doit présenter des cours spacieuses pour les arrivages par terre, et des issues vers terre et vers mer qui puissent être fermées tous les soirs. Une série de bâtiments isolés, qui ne communiqueraient que par des passerelles métalliques, serait la meilleur disposition à prendre contre la propagation du feu en cas d'incendie ; mais les emplacements manquent souvent pour la réaliser.

Si les divers locaux sont réunis dans un seul corps de bâtiment, il convient : que les murs de refend s'élèvent jusqu'au-dessus des toitures, et que celles-ci soient métalliques ; que les fermetures des lieux de dépôt de matières combustibles telles que toiles, tissus et autres soient également métalliques ; que les plafonnages soient exécutés avec lattis en fer pour isoler les divers étages superposés, toutes les fois que des considérations d'économie dans les dépenses empêcheront d'exécuter des planchers avec poutrelles en fonte de fer et avec arceaux intermédiaires en briques.

Un principe presque *proverbial*, c'est que dans un magasin général les matières ne doivent jamais revenir sur le trajet qu'elles ont déjà parcouru ; et que leur marche, depuis leur introduction pour l'examen et la recette jusqu'à leur délivrance, doit être toujours *progressive*.

Un principe plus important, c'est que les locaux de *recette* et de *mesurage* soient complétement distincts de ceux des *dépôts permanents* des

mêmes munitions, soit que ces recettes soient centralisées sur un seul point, ou réparties sur plusieurs. Cependant l'on s'en est écarté, ou l'on n'a pu y satisfaire dans la plupart des arsenaux existants.

Les salles de recette sont nécessairement au rez-de-chaussée; leur pourtour doit être garni d'armoires à étagères, et de casiers pour les collections d'échantillons, et pour les objets provisoirement rebutés qui ont à attendre un nouvel examen des commissions supérieures.

L'intérieur des salles doit présenter de grandes tables et buffets d'étalage.

Dans la répartition des locaux d'un magasin général entre les diverses munitions, on réserve évidemment les rez-de-chaussée pour les munitions lourdes et encombrantes, et qui craignent peu l'humidité; telles que les bois au kilogramme, les merrains, les gournables, les avirons bruts, les métaux et objets métalliques en saumons, en barres ou en feuilles; les matières colorantes en barriques, les cuirs et peaux.

Les toiles, les laines, les tissus de toute espèce, les marchandises d'un faible volume, et qui présentent une longue nomenclature, seront dans les étages supérieurs.

Enfin, les objets de remise expédiés à d'autres ports ou à vendre au profit du trésor, seront entreposés dans les combles, toutes les fois que leur poids ou leur volume n'y feront pas obstacle.

Suivant leur nature et leur valeur, les munitions seront entassées dans des casiers verticaux, ou sur des étagères à échelons; dans des armoires à rideaux à treillis, à portes vitrées ou à portes pleines. Les dépôts seront établis de préférence sur les rives des planchers, vers les murs de face, ou au-dessus des supports fixes des planchers.

Les toiles et tissus sont ordinairement empilés dans des casiers longitudinaux ou transversaux, de manière à mettre les *deux lisières* sur chaque bord, et à avoir un aérage convenable par les fenêtres qui correspondent aux rues de ces rangées de casiers.

Figures 768 des planches.

Les figures 768 des planches représentent les projets conçus sur les principes ci-dessus, d'un bâtiment pour le magasin général du nouvel arsenal de Cherbourg.

La somme des superficies aux divers étages serait (non compris les magasinsaux planches, aux merrains, aux chanvres, aux goudrons, aux huiles et aux charbons de bois), de 7,200 mètres quarrés.

La somme totale des capacités cubiques des locaux serait de 31,200 mèt. cubes.

Figures 769 des planches.

Le magasin général du port de Brest indiqué figures 769 des planches

(non compris les magasins aux planches, aux merrains et aux gournables; les magasins aux fers, ceux aux chanvres, aux goudrons, ceux aux matières grasses), est dans un grand bâtiment de 160 mètres de longueur sur 11$^{m}$,70 de largeur intérieure, et se compose d'un rez-de-chaussée, d'un entresol avec arcades, et d'un étage avec grenier au-dessus. Il est aujourd'hui morcelé entre le magasin général proprement dit, et les directions devenues dépositaires des objets confectionnés venus du dehors.

Le magasin général du port de Lorient, l'un des plus spacieux de la Marine française, est centralisé (moins les magasins aux planches, aux bois au kilogr., les magasins aux chanvres, aux goudrons et aux étoupes), dans les beaux bâtiments construits par la Compagnie des Indes.

Il ne sera pas inutile d'en présenter ci-dessous les surfaces et capacités approximatives pour le dépôt des diverses matières.

| | Superficies aux divers étages | Capacités cubiques aux divers étages. |
|---|---|---|
| Bureaux du commissariat et du garde-magasin général. . . . | 440 mq. | 1,680 mc. |
| Magasins aux planches du Nord et autres. . . . . . . . . | 4,370 | 12,877 |
| — de merrains, de bois au kilogramme, gournables, rais et avirons bruts. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 500 | 3,500 |
| — aux aciers et aux fers dans des caves voûtées et très-sèches. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1,725 | 5,060 |
| — aux autres métaux et aux objets métalliques. . . . | 676 | 2,928 |
| — aux toiles à voiles. . . . . . . . . . . . . . . | 800 | 2,400 |
| — aux drogues et matières colorantes. . . . . . . . | 226 | 1,350 |
| — de laines, de crins. . . . . . . . . . . . . . . | 160 | 450 |
| — de tissus de toute espèce. . . . . . . . . . . . | 1,017 | 3,144 |
| — de verres à vitres, faïencerie, poterie et marchandises diverses. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 196 | 980 |
| — de fourrures, de vieux cordages et autres objets hors de service. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 721 | 1,802 |
| — d'huiles d'essences, et de corps gras dans des caveaux. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . *Nota.* Ces matières sont conservées dans des puits plombés ou dans de grandes jarres. . . . . . . . . . . . . | 196 | 1,176 |
| Magasins aux chanvres au premier étage et dans les combles d'un bâtiment isolé. . . . . . . . . . . . . . . . . *Nota.* Il y a des locaux spéciaux pour les chanvres présentés en recette. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1,482 | 7,410 |
| Magasins aux goudrons et brais en barils, dans des caves voûtées au-dessous du magasin de chanvres. . . . . . | 741 | 2,223 |
| Hangars aux charbons de bois isolés. . . . . . . . . . . | 140 | 700 |
| | 13,391 mq. | 47,780 mc. |

Les parcs aux bois de chauffage, aux charbons de terre, en poussière et en roche, sont sur des terre-pleins isolés attenants aux quais d'arrivage, et qui ont une surface totale de 40,000 mètres quarrés.

Le magasin général de Rochefort est d'une bonne construction et installation.

Figures 770 des planches.

Les figures 770 des planches en représentent le bâtiment principal exécuté par feu M. l'Ingénieur Trouille.

Le rez-de-chaussée, affecté aux matières combustibles, est formé de voûtes en briques et plâtre, avec canevas métalliques appuyés sur colonnes.

Figures 771 des planches.

Le nouveau bâtiment du magasin général de Toulon, entrepris, en 1805, sur les projets de M. l'Ingénieur Mandar, et terminé en 1825, est retracé figures 771 des planches. Il ne comprend pas non plus les magasins des chanvres et aux goudrons, ni ceux aux matières grasses, ni les dépôts nécessairement couverts des charbons de bois.

Cet édifice, qui présente une surface totale aux divers étages de 7,800 mètres quarrés, et une capacité cubique de 39,000 mètres cubes, a été fondé sur pilotis. Les jambages des ouvertures et les piliers des voûtes du rez-de-chaussée sont en pierre de taille dure, et les voûtes en pierres calcaires tendres; les encadrements et les piliers des étages supérieurs sont également en pierres dures, mais les voûtes très-plates, avaient été exécutées en briques creuses. La couverture est en tuiles.

Les fermetures et les distributions du rez-de-chaussée devaient être en fer; les cloisons de séparation du premier étage étaient en briques, et les emménagements de détail devaient seuls être en bois.

L'établissement des voûtes plates en briques creuses du magasin général avait été contemporain de la construction de l'hôpital Saint-Mandrier, et avait été appuyé sur des murs de face, qui n'auraient eu à supporter que des planchers d'après les projets primitifs. Aussi des mouvements s'étant manifestés dans ces murs, plusieurs des voûtes en briques creuses tombèrent. L'on fut obligé de les reconstruire avec plus de flèche, en *cerclant* en quelque sorte avec des ceintures de tirants en fer, les divers étages au-dessus de la naissance des voûtes.

Maisons d'arrêt, de dépôt et de détention des arsenaux.

Le même établissement renferme dans les arsenaux :

Le logement du concierge ;

Une pièce d'écrou ;

Un poste militaire ;

Une salle d'instruction judiciaire ;

Des lieux de dépôts des prévenus mis en cause ;

Des lieux de détention et *de travail* pour les condamnés ;

Des salles de police pour les militaires et matelots, ouvriers et apprentis, qui ne sont punis que de peines disciplinaires ;

Des cachots pour les détenus récalcitrants ;

Des cuisines et des bûchers de décharge.

Cet établissement doit être situé près de l'entrée de l'arsenal et à proximité des lieux des séances des conseils de guerre et tribunaux maritimes.

Un chemin de ronde extérieur l'isolera complétement ; un corridor de ronde intérieur entourera la rive extérieure du bâtiment, et sera morcelé à volonté par plusieurs fermetures facultatives.

Les jours des lieux de dépôt et de détention n'ouvriront que sur des cours intérieures ; et le logement du concierge sera disposé de manière à porter sa surveillance sur tout l'ensemble.

Le grand nombre d'individus qui peuvent être simultanément en dépôt à la maison d'arrêt, et le nombre plus grand encore des militaires, matelots et ouvriers qu'une peine disciplinaire commune y accumulera parfois, réclament un grand nombre de cellules distinctes.

Au port de Lorient, les pièces communes destinées aux apprentis présentaient plusieurs cellules intérieures où ces apprentis isolés pouvaient cependant converser.

Les cellules seront incombustibles, autant que possible ; le renouvellement de l'air y sera ménagé avec soin par des tuyaux d'appel d'air frais, qui déboucheront dans les murs de face des cours intérieures ; et par des tuyaux d'échappement de l'air vicié et échauffé, pratiqués dans l'épaisseur des murs, et s'élevant au-dessus des faîtes.

Le mode de couchage des hamacs étant celui qui économise le plus l'espace, conviendra particulièrement aux salles de police proprement dites.

Les arsenaux de Brest, Rochefort et Toulon renferment aujourd'hui les dépôts de tous les individus mâles condamnés aux travaux forcés par les Cours d'assises. Bagnes et dépendances.

L'origine des bagnes date de l'époque où la Marine militaire se composait en grande partie de galères manœuvrées par des avirons auxquels les condamnés enchaînés étaient appliqués ; ces galères étaient ainsi des bagnes flottants.

Lorsque la Marine abandonna les galères, les condamnés furent ré-

partis sur les travaux de force des arsenaux; et des établissements à terre furent construits pour les recevoir. Cependant l'insuffisance des bagnes à terre oblige encore maintenant de loger une partie des forçats sur les pontons.

Tout a été dit sur les bagnes des ports; et leur détestable influence sur les condamnés eux-mêmes, sur la population ouvrière libre des arsenaux, et même sur celle des villes maritimes attenantes, n'est plus méconnue.

Le cynisme éhonté de la plupart de ces malheureux; leurs vols continuels, qui sont bien incomplétement compensés par les produits de leurs travaux; le bon régime de nourriture qu'ils ont; les soins qui leur sont donnés lorsqu'ils sont blessés ou malades, familiarisent les ouvriers des ports avec le vice, en leur faisant faire des rapprochements fâcheux avec leur propre misère.

Plusieurs d'entre eux deviennent ainsi les complices des vols et les recéleurs des objets volés par les condamnés.

On a cherché à subdiviser les condamnés par catégories, à leur inspirer l'amour du travail par l'appât d'un salaire qui varie de $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{3}$ de celui des ouvriers libres pour les mêmes travaux. On a obtenu quelques bons résultats des condamnés qui étaient ouvriers de profession ou qui étaient assez jeunes pour commencer un apprentissage; mais la masse des condamnés sort des bagnes plus vicieuse qu'elle n'y est entrée.

La force des condamnés enchaînés deux à deux ou en *couple* n'est du reste susceptible que d'applications bien limitées; et un forçat ne peut guère travailler comme un ouvrier de profession que quand il est *à chaîne brisée*.

Le bas prix *apparent* des travaux faits par les condamnés a eu pour conséquences notoires, l'exécution d'une foule d'ouvrages inutiles ou inopportuns qu'on n'eût pas osé entreprendre avec des ouvriers libres. Beaucoup de mains-d'œuvre de force ont été, entachées d'*infamie* dans les arsenaux, parce que les condamnés y étaient appliqués ordinairement. Enfin, la disponibilité d'une grande masse de forçats a été longtemps le plus grand obstacle qui ait arrêté l'introduction dans les arsenaux, des machines et des perfectionnements, dont les arts industriels analogues du dehors, faisaient depuis longtemps usage.

Le régime des bagnes, leur installation intérieure ont eu évidemment pour objet principal de prévenir, autant que possible, les évasions et de rendre facile et rapide la répression des désordres qui eussent menacé la tranquillité publique.

Un bagne est, dans les arsenaux de France, un grand bâtiment à plusieurs étages, décomposé en neuf ou dix grandes salles, avec jours grillés et fermetures métalliques, avec planchers très-solides ou voûtes en maçonnerie.

Une rue centrale de 2m,50 au moins de largeur, sépare dans chaque salle deux rangées de lits de camp massifs en bois, ou mieux en fonte de fer. Ces lits sont dirigés transversalement ou parallèlement à la longueur du bâtiment, et sont d'une longueur variable mais telle ordinairement que huit à dix condamnés enchaînés y puissent être couchés. Leurs chaînes sont réunies tous les soirs par une longue barre de fer au pied du lit de camp.

Les lieux d'aisance sont établis aux extrémités des salles, et cette situation obligée rend très-difficile l'accomplissement des conditions de salubrité.

De nombreux et larges corridors et escaliers facilitent les sorties et rentrées de la masse des condamnés, avant et après les heures des travaux des ports.

Les dépendances principales d'un bagne sont :

Des postes militaires et des postes de sous-officiers des compagnies de gardes-chiourmes ;

Les bureaux et archives du commissariat du bagne ;

Des cuisines avec fourneaux économiques alimentés par des dérivations d'eau douce.

Une vaste cambuse pour le dépôt des vivres journaliers et des vins ;

Une sorte de cantine, dont l'exploitation est mise en adjudication, et qui fournit aux forçats les vivres qu'ils achètent sur leurs ressources personnelles ou sur leurs salaires de travail ;

Des magasins d'effets d'habillements et de chaussure, avec des ateliers de confection par les condamnés eux-mêmes ;

Des dépôts de chaînes de fer ;

Des dépôts d'effets hors de service ;

Des salles de police et des cachots nombreux pour les condamnés récalcitrants ;

Enfin, quand cela est possible, des buanderies, lavoirs et séchoirs pour les hardes, dans l'*enceinte même des bagnes*.

Le lavage des salles se fait, à défaut d'eau douce suffisante, avec de l'eau de mer élevée par des pompes.

Les hôpitaux spéciaux des bagnes sont quelquefois situés dans leur enceinte, et quelquefois aussi annexés aux hôpitaux des ouvriers libres.

Dans le premier cas, ils sont installés comme ces derniers, et présentent les mêmes genres de servitudes.

La proportion moyenne des malades aux hommes valides est au maximum de $\frac{1}{15}$, et ordinairement de $\frac{1}{20}$.

Le bagne de Brest peut être considéré comme le type de ce genre d'établissement *dans le régime actuel*. Il contient 3,000 forçats.

On regretterait de ne pouvoir en présenter les plans, si une refonte prochaine ne devait pas avoir lieu dans les grands établissements de détention et dans les bagnes, et si le système de leur distribution et installation ne devait être assis sur des bases entièrement différentes.

Casernements des compagnies de gardes-chiourmes.

Les compagnies de gardes-chiourmes étant aujourd'hui organisées militairement, leur casernement, qui doit être attenant à l'enceinte des bagnes, ne diffère pas de celui des corps d'infanterie de marine.

### DIXIÈME CATÉGORIE D'ÉTABLISSEMENTS.

*Dépendances diverses.*

Chapelle des ports, aumônerie.
Tribunaux maritimes et greffes spéciaux.

Chapelles et aumôneries des ports.

Les chapelles existent dans quelques arsenaux, et, autant que possible, elles sont placées hors de l'enceinte des travaux.

Elles sont distribuées en tribunes, et présentent ordinairement une cour isolée et plantée, une sacristie, des vestibules d'entrée pour les tribunes, un local spécial attenant pour la musique, enfin un *campanile* sur le bâtiment ou dans la cour.

Tribunaux maritimes et greffes.

Ces établissements sont souvent renfermés dans les mêmes corps de bâtiment que les conseils de guerre.

Comme ces derniers, ils sont accessibles au public lors du jugement des causes, et doivent dès lors être placés hors de l'enceinte des arsenaux ou aux zônes de jonction avec l'extérieur.

Les tribunaux maritimes se composent d'ailleurs : d'un logement de gardien, d'un poste militaire, d'une salle d'instruction, de locaux distincts pour le dépôt des prévenus, et des témoins à charge et à décharge, d'une grande salle d'audience, d'une salle de délibérations, et d'un greffe.

### ONZIÈME ET DERNIÈRE CATÉGORIE D'ÉTABLISSEMENTS.

*Dépendances du service des Constructions hydrauliques confié aux Ingénieurs des travaux maritimes.*

Bureaux pour le directeur, les ingénieurs, les employés de la comptabilité, les dessinateurs, les conducteurs, et archives.

Ateliers et magasins de charpente et de charronage ; avec bureaux de maîtres, écrivains et dépensiers.

| | | | |
|---|---|---|---|
| — | — | de garniture et de gréement ; | *Id.* |
| — | — | de menuiserie, peinture et vitrerie ; | *Id.* |
| — | — | de forges et d'ajustage pour les objets en métaux. | *Id.* |
| — | — | de couverture. | *Id.* |
| — | — | d'éclairage. | *Id.* |

Ateliers, chantiers et magasins de fabrication de chaux, ciment, briques, tuiles et d'autres objets en argile cuite et de matières en béton ; avec bureaux de maîtres, écrivains et dépensiers.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ateliers et chantiers de taille de pierre. | | | *Id.* |
| — | — | de maçonnerie de toute espèce. | *Id.* |
| — | de pavage. | | *Id.* |

On a dû faire connaître d'abord les divers établissements des arsenaux, dont l'entretien, les grosses réparations et perfectionnements d'installation ressortaient de la direction des constructions hydrauliques et bâtiments civils, avant de parler des établissements qui dépendaient de ce service lui-même

On a vu, par ce qui précède, que les ingénieurs de ce service cumulaient dans les ports français une partie des attributions dévolues dans les autres départements ministériels aux officiers du Génie militaire, à ceux de l'artillerie, aux architectes et aux ingénieurs des ponts et chaussées.

Naguères, les travaux de toute espèce des constructions hydrauliques et bâtiments civils, tant intérieurs qu'extérieurs à l'enceinte des arsenaux, étaient confiés :

1° A des entrepreneurs de fournitures et main-d'œuvre suivant adjudication à *forfait* ou sur séries de prix ;

2° A des entrepreneurs, adjudicataires seulement pour les mains-d'œuvre.

Mais ces modes d'exécution étaient en contradiction avec le mode suivi pour tous les autres services des arsenaux, et *incompatibles* avec les mesures de police, de garde et de sûreté d'un arsenal.

Dans le premier cas, en effet, l'entrepreneur des fournitures et mains-d'œuvre pouvait abusivement se procurer dans les ateliers et chantiers des autres services, des munitions et surtout des agrès et apparaux analogues à ceux qui étaient à sa charge.

Dans le second cas, l'entrepreneur de main-d'œuvre n'avait aucun intérêt à apporter de l'économie dans l'emploi des matières ; souvent son intérêt y était même directement opposé.

D'ailleurs, l'intermédiaire d'un entrepreneur n'était pas motivé ici

comme dans les travaux des routes, des canaux; puisque les travaux des ports sont concentrés sur un petit nombre de points; et que les mêmes Ingénieurs et employés qui auraient eu à surveiller et à constater les travaux exécutés par l'entrepreneur adjudicataire, pouvaient facilement diriger la marche active et économique d'une régie bien organisée.

Cette dernière était d'ailleurs indispensable pour tous les grands travaux de marée, dont les éventualités aléatoires excluent évidemment les entrepreneurs adjudicataires.

Tous les rouages du système général de comptabilité; le mode et la périodicité des payements mensuels; les mesures de police des arsenaux; étant déjà montés et disposés pour le travail en régie, n'avaient besoin d'aucun nouveau développement pour s'adapter à ce mode d'exécution dans le service des travaux maritimes de chaque port.

Les ateliers, chantiers et la maistrance nécessaires au système en régie ne sont pas non plus une charge onéreuse. Car les entrepreneurs adjudicataires ne pouvant non plus s'en passer : ils en comprennent implicitement la valeur dans leurs soumissions, et à un taux très-élevé, à raison de la durée *très-limitée de leur marche*, relativement à celle des établissements eux-mêmes.

La valeur moyenne des travaux annuels faits par le service des constructions hydrauliques dans chacun des cinq arsenaux est de 900,000 fr. Le mode d'exécution en régie économise au moins le $\frac{1}{10}$ de bénéfice des entrepreneurs, c'est-à-dire, plus de 90,000 francs de *rente annuelle* pour chaque port, sans parler même de toutes les malfaçons, fraudes, et malversations qu'il prévient; et de la rapidité des travaux qui est le principal mérite de ce système, et la condition capitale dans l'exécution des ouvrages à la mer.

On a donc fort judicieusement restreint le mode d'exécution par entreprise avec fournitures et main-d'œuvre, aux travaux des établissements civils *extérieurs* à l'enceinte des arsenaux.

Le nombre total des ouvriers employés pour le service des constructions hydrauliques dans les arsenaux, était moyennement, en 1838, de. . 2,050

La valeur totale des agrès et apparaux employés en 1838 était de. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 3,361,850 fr.

Et la valeur totale de l'approvisonnement en matières brutes et objets confectionnés était, dans la même année, de. . . . 4,361,850 fr.

La mise en œuvre d'une pareille masse de matières, par un tel nombre d'ouvriers, exige des ateliers et magasins assez étendus. Mais beaucoup de ces matériaux tels que moellons, pierres de taille, pavés, objets de cou-

vertures, chaux, plâtres, sables, etc., etc., restent en plein air dans des chantiers et terre-pleins spéciaux.

Les ateliers et magasins pour les ouvrages en bois et en métaux sont installés comme leurs analogues dans les services des constructions navales, de l'artillerie et des mouvements, sauf recours à ces derniers pour les ouvrages difficiles et compliqués qui se présentent de loin en loin et requièrent l'emploi de machines de précision.

Aussi, pour les objets, en fonte métallique, en chanvre, pour les gréements importants, le Service des Constructions hydrauliques s'adresse aux autres services et rembourse sur ses dotations annuelles les cessions ou les travaux faits ainsi pour son compte.

Ce qu'on a dit aux 2ᵉ, 3ᵉ, 4ᵉ leçons du tome Iᵉʳ du Programme dispense de parler ici de l'installation des ateliers et chantiers de fabrication de chaux, ciments et briques, mortiers et bétons. On rappellera seulement que de vastes hangars sont nécessaires; pour l'abritement des chaux hydrauliques et des ciments dont on veut conserver la *vitesse de prise*; pour la fabrication des chaux artificielles; pour le moulage des briques, leurs séchoirs et leurs dépôts après la cuisson.

Les chantiers de taille de pierre exigent :

De grandes salles à tracer;

Des lieux de confection et de dépôt, de nombreux gabarits et panneaux;

Enfin des terre-pleins très-spacieux à proximité des points d'arrivage des matériaux par terre et par mer, et à la fois des principaux ouvrages de maçonnerie.

Les pierres calcaires tendres et homogènes sont refendues comme les bois, soit à bras d'hommes, soit par manéges, et même par machines à vapeur motrices.

Il y a lieu de s'étonner : que les recherches des Ingénieurs et des Mécaniciens ne se soient pas portées également sur les moyens mécaniques analogues au travail, à la *grosse* et *à la fine pointe* de la pioche du tailleur de pierre, à substituer à ce travail manuel, pour la confection des parements, lits et joints *ordinaires*, des pierres de grès, de granit schisteux, de granit ordinaire et de granit porphyrique. Cette main-d'œuvre est à un prix extrêmement élevé, et exige des ouvriers spéciaux, dont la turbulence et la mutinerie sont presque proverbiales.

Le service des constructions hydrauliques étant convenablement

pourvu au port de Lorient ; l'on présente ci-dessous les superficies et capacités des divers ateliers et chantiers qu'il y occupe.

| | Superficies à couvert et à découvert. | Capacités des locaux couverts. |
|---|---|---|
| Bureaux de la direction. | 500 mq. | 1,500 mc. |
| Magasin central. | 441 | 2,205 |
| Ateliers de charpenterie, charronnage et tonnellerie. | 1,144 | 5,148 |
| Chantiers découverts pour les mêmes. | 2,625 | |
| Garniture et dépôts de gréements. | 850 | 5,100 |
| Ateliers et magasins de menuiserie, de peinture et de vitrerie. | 2,600 | 10,800 |
| Ateliers de forges et d'ajustage. | 740 | 2,514 |
| Ateliers et magasins de couvertures. | 250 | 750 |
| Magasins d'éclairage. | 250 | 750 |
| Ateliers et chantier de fabrication de chaux, mortiers et ciments. | 1,400 | 7,200 |
| Chantiers découverts pour les mêmes. | 3,528 | |
| Chantiers couverts pour les maçonneries. | 220 | 880 |
| Chantiers découverts pour les mêmes. | 110 | |
| Chantiers de taille de pierre, et de pavage. | 25,000 | |
| Salles à tracer. | 550 | 2,220 |
| Totaux. | 40,208 mq. | 38,987 mc. |

***Principaux établissements de fabrication extérieurs aux arsenaux de la Marine française.***

Ces établissements sont au nombre de cinq :

1° Ceux de Guérigny et de Cosne, dans le département de la Nièvre, pour la fabrication des ancres et des câbles-chaînes, dont les forces motrices sont : des roues hydrauliques en dessous, la plupart dans le système de M. Poncelet ; ou des roues à augets en métal et en bois établies sur les rivières de la Nièvre et de Cosne.

La pénurie d'eau en automne avait fait penser à l'installation auxiliaire de machines à vapeur motrices.

Ces établissements, disséminés sur plusieurs points, dont le capital immobilier était évalué, de 1838 à 1839, à 3,715,205 francs, et le mobilier à 243,600 fr., se composent :

D'un haut-fourneau ;

D'un four à réverbère et d'un four à manche ;

De trois grosses forges pour le corroyage des fers supérieurs ;

D'un atelier pour la fabrication des câbles-chaînes ;

De quatre grandes forges aux ancres ;
De trois taillanderies ;
D'un atelier d'ajustage ;
De logements et de bureaux d'administration ;
De logements pour chefs d'ateliers et pour une partie des ouvriers.

Ils emploient 824 ouvriers, et ont présenté, en 1838, un approvisionnement de matières brutes d'environ. . . . . . . . . . . 1,830,000 fr.
et auront fabriqué et expédié aux arsenaux une masse totale de fers et d'objets en fer de plus de. . . . . . . . . . . . . . . 1,325,000 kilogr.

2° L'usine d'Indret située dans une île au bas de la Loire, de 48,750 mq. de superficie, en aval de Nantes, a été instituée à la fois pour être un chantier de construction de bateaux à vapeur et un grand atelier de confection d'appareils à vapeur pour la Marine militaire.

Les forces motrices sont des machines à vapeur. Cette usine emploie 274 ouvriers.

Les munitions approvisionnées en 1838 s'élevaient à une valeur de. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1,545,600 fr.

L'usine était montée pour la fabrication annuelle de deux appareils de la force de 560 à 220 chevaux.

Le capital immobilier était évalué au 1er janvier 1839 à 794,480 fr., et le mobilier à 477,935 fr.

3° Fonderie de canons de *Ruelle*, près Angoulême, située sur la *Touvre*, qui lui fournit une force motrice variable de 127 à 415 chevaux, et terme moyen de 272 chevaux.

Les figures 772 des planches représentent l'ensemble de cette fonderie qui occupe une surface de terrain de 80,100 mq. Figures 772 des planches.

Elle se compose de deux hauts-fourneaux, de douze fours à réverbère, de dix-huit bancs de forerie avec tous leurs accessoires.
Le capital représenté pour les usines et cours d'eau était au 1er janvier 1839 de 1,047,873 fr.
et le mobilier de. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1,429,770
Les matières premières en approvisionnement, en 1838, s'élevaient à. . 1,080,170
Les confections et expéditions s'étaient élevées, en 1838, à une valeur de 1,495,600

4° La fonderie de canons de Nevers, dont l'ensemble, occupant 30,150 mètres quarrés, est représenté figures 775 des planches, est desservie par la Nièvre, qui représente un force moyenne de 60 chevaux. Figures 775 des planches.

Elle se compose de huit fours à réverbère, d'une fonderie et d'un vaste atelier où sont 15 bancs de forerie.

| | |
|---|---|
| Le capital immobilier était évalué au 1[er] janvier 1839, à. . . . . . . . . | 493,845 fr. |
| Le mobilier à. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 288,636 |
| Les matières premières s'y étaient élevés, en 1838, à environ. . . . . . | 370,365 |
| Les objets confectionnés et expédiés dans les ports à. . . . . . . . . . . | 711,802 |

Figures 774 des planches.

5° La fonderie de Saint-Gervais, dont l'ensemble, occupant 34,330 mètres quarrés, est représenté figures 774 des planches, est située sur la rive gauche de l'Isère, et possède deux hauts-fourneaux, deux fours à réverbère, et huit bancs de foreries. Les machines sont mises en mouvement par des eaux provenant des montagnes voisines et recueillies dans un vaste réservoir de $5^{m},92$ de profondeur d'eau. La force motrice est évaluée à 18 chevaux.

| | |
|---|---|
| Le capital immobilier était évalué, au 1[er] janvier 1839 à. . . . . . . . | 527,309 |
| Le mobilier à. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 186,895 |
| Les matières premières s'étaient élevées, en 1838, à. . . . . . . . . . | 1,108,700 |
| Les objets confectionnés et expédiés en 1838 étaient évalués à. . . . . | 1,746.260 |

Le rapport sur le matériel naval de M. le baron Tupinier, et la comptabilité annuelle du matériel de la Marine, présentent une foule de documents très-instructifs sur l'établissement de ces usines, leur gestion et sur leurs produits.

*Nota.* On terminera ce qui est relatif aux établissements des arsenaux et usines de la Marine en prémunissant contre l'application *actuelle* des documents publiés par feu M. l'Ingénieur Brédif, dans la collection lithographique de l'École des ponts et chaussées.

Depuis 1821, la Marine française a subi les changements les plus notables, et on en a donné l'énumération plus haut. Il suffira, pour tenir en garde contre les chiffres des tableaux de M. Brédif, de faire connaître: que l'ensemble du service des Mouvements, qui, d'après ses tableaux, et pour un arsenal dans lequel on aurait eu à armer par an 10 vaisseaux, 10 frégates et 6 bricks, n'aurait comporté qu'une surface totale d'établissement de . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 5,520 mètres quarrés, occupe aujourd'hui, dans les établissements primitifs, incomplets et insuffisants du *viel arsenal* de Cherbourg. . . . . . . 8,598 mètres quarrés.

D'ailleurs, la plupart des fixations de longueur et de largeur dans les tableaux de feu M. l'Ingénieur Brédif semblent plutôt basées sur des considérations architectoniques, que sur les convenances spéciales de chaque établissement.

# RÉSUMÉ DE LA QUARANTE-CINQUIÈME ET DERNIÈRE LEÇON.

OUVRAGES DE DÉFENSE DES PLAGES NATURELLES ET ARTIFICIELLES DES CÔTES.—DUNES, PHARES ET FANAUX. — BALISES ET BOUÉES. — AMERS. — SÉMAPHORES.

## *Ouvrages de défense des plages naturelles et artificielles des côtes.*

Les ouvrages de défense des côtes se rangent en trois catégories :

1° Ceux qui sont exécutés au compte de l'État, parce qu'ils ont pour objet un grand intérêt public, tel que la défense contre la mer des approches d'un fort, d'un phare, d'une route royale, ou la conservation d'un épi, môle ou jetée, naturel.

2° Ceux qui doivent garantir un ensemble de terrains dont les propriétaires se sont réunis en associations, et ont institué des syndicats, comme dans les polders de la Flandre française, de la Belgique et de la Hollande.

3° Ceux enfin qui n'ont à défendre contre la mer que des propriétés isolées, et sont exécutés et entretenus par des particuliers.

Les ouvrages de la première catégorie ont le caractère de solidité et de durée qui appartient aux constructions publiques, et qui dispense de réparations en quelque sorte journalières, et de renouvellements fréquents.

Ceux de la troisième catégorie, protégés par la sollicitude toujours présente et active des propriétaires, seront généralement exécutés avec le minimum de dépense *initiale*, et avec des matériaux à bas prix, tels que les localités peuvent les fournir.

Les ouvrages de la deuxième catégorie, suivant l'importance et la durée des associations, se rapprocheront par leur système de construction tantôt de ceux de la première catégorie, et tantôt de ceux de la dernière.

Les ouvrages des trois catégories consisteront du reste :

Tantôt à amortir l'action des vagues avant qu'elles atteignent les plages à défendre ;

Tantôt à procurer une résistance suffisante à ces plages ;

Enfin, à déterminer en avant et au large des plages existantes, la formation de *plages artificielles* qui les abritent.

Il y a eu des circonstances où l'on a dû avoir recours simultané à ces trois genres d'ouvrages.

1er genre d'ouvrages. Des enrochements submersibles ou insubmersibles, continus ou discontinus, dirigés à peu près normalement à la direction du vent dans les tempêtes, isolés ou enracinés dans la côte, diminueraient l'agitation et préserveraient les plages naturelles ; surtout si on avait soin d'éloigner assez ces môles ou jetées des plages à garantir, pour que celles-ci ne fussent pas atteintes par l'espèce de cascade que produirait le déversement des lames.

Des piliers isolés en maçonnerie, des assemblages de charpente, rangés en échiquier, formant des sortes d'écueils au large des plages, les défendraient également.

Figures 612 des planches. L'expérience des digues de la Hollande a prouvé l'efficacité des lignes de charpente placées parallèlement à la direction de ces digues, à la laisse des basses mers. Ces lignes ont été déjà représentées dans les figures 612 des planches.

Mais dans un terrain affouillable, il faudrait entourer les brisants *isolés* par des crèches de contour, ou étendre une crèche continue autour de chaque rangée.

Ces crèches, suivant les localités, seraient remplies en enrochements, en tunages, et même en béton.

Brémontier avait proposé l'exécution de môles d'abritement sur les deux rives de l'entrée de la baie de Saint-Jean-de-Luz, pour amortir l'action des vagues sur la côte au fond de la baie.

L'exécution de son projet, *dès l'origine*, n'aurait probablement pas été plus coûteuse que les tentatives infructueuses renouvelées pendant tant d'années pour défendre directement la plage en avant de la ville de Saint-Jean-de-Luz.

L'emploi de ce premier genre d'ouvrages n'est pas évidemment susceptible de généralisation.

2e genre d'ouvrages. Ce qu'on a dit dans la 34e leçon sur les matériaux employés dans

les ouvrages à la mer, et sur les formes des surfaces qu'elle frappe, s'applique aux travaux de consolidation des plages naturelles ou artificielles.

Si ces plages sont déjà abruptes depuis la laisse des basses-mers jusqu'aux points que les vagues atteignent dans les gros temps; il sera probablement moins dispendieux et plus convenable d'interposer entre elles et la mer, des soutènements à peu près verticaux, en bois, en maçonnerie à pierres sèches ou en maçonneries avec mortier.

On aura soin, dans ces maçonneries, de disposer les matériaux en boutisses; d'exécuter les couronnements en dalles brutes ou taillées très-longues et posées également en boutisses, et de paver en arrière sur une largeur d'au moins 2 à 3 mètres en moellons de champ posés à sec ou garnis en mortier hydraulique. En effet, les dégradations de la plupart des parois verticales, pendant et après la construction, commencent presque toujours par le haut.

Le pied des soutènements sera d'ailleurs garni d'enrochements en matériaux du plus grand volume que possible.

Les figures 477 des planches se rapportent à quelques digues de polders hollandais dont le soutènement vertical n'était qu'un tunage en *roseaux*, garanti par une risberme recouverte d'enrochements. Figures 477 des planches.

Les figures 775 des planches retracent d'autres digues des mêmes contrées, dont les soutènements sont de véritables batardeaux, et dont la partie supérieure est en terre glaire bien massive. Figures 775 des planches.

Les parois abruptes ainsi défendues par des risbermes, ont mieux résisté que les revêtissages en talus aux digues des plaines de l'*Heure*, situées sur la rive droite de la Seine, à l'Est du Havre.

L'histoire du Havre, par M. l'Ingénieur Frissart, expose la multitude de formes et de systèmes de construction qui avaient été essayés pour la défense de ces plaines, et qui ont, en quarante-six années, occasionné une dépense de plus de deux millions sur une longueur de près de. 2,000 m.

Les profils et modes de constructions indiqués par les figures 776 des planches, avec risbermes à leur pied vers l'extérieur, sont ceux qui ont le mieux résisté. Figures 776 des planches.

Leur prix, d'après M. Frissart, est ressorti par mètre courant, pour le profil n° 2, à 220 francs; pour le profil n° 3, à 300 francs; pour celui n° 5, à 60 francs.

M. l'Ingénieur Frissart s'exprime comme suit sur les digues de l'Heure

en plans inclinés, dont la pente variait depuis 2 jusqu'à 5 de base pour 1 de hauteur, et qui avaient été exécutées, les unes avec *tunages*, les autres avec compartiments de grillages pilotés remplis en enrochements :

« Le mouvement alternatif des vagues les dégradait continuellement.
» Lorsque la mer était grosse; elle ne roulait plus, mais déferlait avec
» violence sur les talus, et y produisait des chocs qui désunissaient les
» matériaux les mieux liés, et exerçait une pression semblable à celle de
» la presse hydraulique sur l'eau contenue dans les joints et fissures, et
» déplaçait les matériaux les plus lourds.

» En glissant sur les talus lisses, la mer s'élevait d'ailleurs à une grande
» hauteur, et déferlait sur les terre-pleins qu'elle affouillait et séparait
» des ouvrages défensifs. »

Deuxième cas.

Si la plage naturelle ou artificielle à consolider présente entre les *laisses* des basses mers et des pleines mers un talus allongé, et qu'elle ne devienne abrupte que vers les zônes supérieures, il sera encore préférable généralement de revêtir ces dernières zônes par des soutènements abruptes, en les raccordant par des arrondissements avec les zônes inférieures en talus.

Figures 591 des planches.

Ce genre de profil est, comme il a déjà été dit, celui que la mer a en quelque sorte façonné elle-même sur les amas de galets et sur les côtes en calcaire tendre.

Troisième cas.

Si toute la plage naturelle ou artificielle à consolider est en talus, on l'allongera jusqu'à la pente d'environ 8 à 10 mètres de base pour 1 de hauteur; on la revêtira, quand cela sera praticable, d'une couche de terre argileuse, et on placera sa crête de beaucoup au-dessus des plus hautes mers agitées.

Figures 777 des planches.

On n'a pas assez fait remarquer que les terre-pleins des digues à grands talus de la Flandre et de la Hollande étaient à une hauteur très-considérable au-dessus du niveau des *plus hautes mers agitées*, ainsi que l'indiquent les figures 777 des planches, relatives aux digues du Helder.

Les eaux déversées par la mer ne pénètrent pas ainsi dans les terre-pleins, ne peuvent ramollir et faire gonfler les terres du noyau intérieur, et provoquer des poussées et des éboulis du dedans vers le dehors.

La plage sablonneuse des *Mielles*, sur la côte Est de la rade de Cherbourg, exposée directement depuis des centaines d'années aux coups de vent les plus violents depuis le sud-est jusqu'au nord-est, et qui n'est qu'en sable fin sur une grande épaisseur, a parfaitement résisté. Mais son talus,

minimum vers le niveau de *mi-marée*, est de 20 de base pour 1 de hauteur; et la crête du talus vers les propriétés riveraines n'est jamais franchie par les hautes mers dans les gros temps.

Les figures 778 des planches indiquent divers profils de cette plage. Figures 778 des planches.

Des circonstances de localité s'opposent quelquefois au dressement des talus suivant des pentes très-allongées. Il faudra alors les revêtir soit avec des plateformes en bois, ou en fascinages, lorsqu'on n'aura point à craindre l'action des vers marins; soit avec des paillassonnages et roseaux sur noyaux en terre glaise; ou enfin avec des pérés dans le système indiqué figures 599 des planches. Figures 599 des planches.

L'option entre ces divers modes de revêtissage dépendra des fonds disponibles, des matériaux existant dans la localité, *des garanties plus ou moins grandes d'un entretien assidu.*

La zône de revêtissage, qui correspondra au plan des mi-marées, devra d'ailleurs être renforcée; puisque c'est à cette hauteur que les vagues et les courants ont généralement le plus d'énergie.

Enfin, si une rive est corrodée *au-dessous du niveau des basses-mers*, et dans un sens à peu près perpendiculaire à sa direction, on aura recours:

Soit aux enrochements indiqués figures 328 des planches;

Soit aux tunages des figures 33; Fig. 328, 33 et 36 des planches.

Et aux plateformes des figures 36 des planches.

Lorsque la corrosion s'exercera dans un sens oblique ou parallèle à la laisse des basses mers, on établira des épis en enrochements ou des ouvrages analogues aux *tapis enrochés* des figures 332 des planches. Figures 332 des planches.

Dans les parages où la mer tient en suspension des vases et des sables, ou bien fait cheminer des galets et graviers, la construction d'épis *submersibles* dans une direction perpendiculaire à celle de la *marche des troubles* détermine des dépôts qui, étant opposés directement aux effets de la mer, garantiront les plages naturelles et artificielles existantes. 3e genre d'ouvrages.

On a déjà mentionné ces épis dans la 35e leçon, comme moyen d'atténuer les arrivages des alluvions dans les chenaux d'entrée des ports. Les figures 596-603 des planches représentent les diverses espèces d'épis usitées dans la Flandre et la Hollande; ceux qui ont été exécutés avec succès dans l'île de Ré; enfin ceux en maçonneries de pierres sèches qui conviennent sur les fonds de rocher. Figures 596 à 603 des planches.

On fera remarquer que ces épis d'ensablement n'ont besoin que d'*une durée limitée*, et qu'il faut dès lors en exclure les matériaux de prix.

Le littoral de 10 à 12,000 mètres de développement qui s'étend sur la rive

gauche de l'embouchure de la Gironde, depuis le cap de la Mégarde, au Sud, jusqu'à la pointe de Grave, va être défendu par un système d'épis d'ensablement et d'après des projets récemment sanctionnés.

Ce littoral, qui est un véritable polder, n'est protégé contre la mer que par une chaîne de dunes d'un sable fin et sans consistance. Ces dunes, attaquées à la fois par le choc des lames qui, dans le golfe de Gascogne, sont d'une violence irrésistible, et par les courants du flot et du jusant, perdent annuellement une partie de leur épaisseur, et font craindre que la mer n'inonde les terrains bas qui se trouvent en arrière. La pointe de Grave, où le sable, sur quelques points, est par couches de plus de 15 mètres d'épaisseur, formait un môle naturel pour la rade intérieure de *Verdon*. Cette pointe est corrodée, et la rade elle-même est menacée d'être comblée par les alluvions. Dans les mois de novembre et de décembre 1836, à la suite d'un seul coup de vent, le talus du rivage avait été reculé à chaque reprise de 30 mètres; et la plage s'était abaissée de plus de 2 mètres.

Les épis qu'on projette d'exécuter à l'imitation de ceux de la Belgique, et de Blankenberg, près Ostende, seront en couches de fascinages chargées de blocs de pierre entre les clayonnages. On espère que ce système flexible restera superposé au fond, descendra au fur et à mesure des affouillements, et continuera néanmoins de rendre les mêmes services pour l'accumulation des alluvions.

Une forte jetée en maçonnerie, d'environ 150 mètres de longueur, garantira particulièrement la pointe de Grave.

L'ensemble des dépenses est évalué à plus de. . . . . 2,500,000 fr.

### *Des dunes mobiles et des moyens de les fixer.*

Les dunes sont des amoncellements, ou pour ainsi dire, des *vagues* de sable, de terres et de coquillages formées par le vent sur le bord de la mer.

Ces matières, détachées et charriées par l'action des lames combinées quelquefois avec des courants permanents et périodiques, sont jetées, dans les tempêtes, sur le rivage où elles sèchent. Dans cet état, elles sont ressaisies par le vent, et remontées sur la côte où elles s'élèvent en monticules dont la hauteur a été jusqu'à 50 mètres, et dont le développement embrasse plusieurs lieues. Les reliefs, suivant la forme et la grosseur du sable, son mélange plus ou moins abondant de particules terreuses, son degré habituel d'humidité, enfin, suivant les abris naturels d'alentour, se consolident en plus ou moins de temps, et se recouvrent de végétation. C'est l'effet

qu'on a remarqué dans les dunes des deux rives Est et Ouest de la Manche, au nord de Dunkerque.

Mais sur le littoral depuis l'embouchure de la Gironde jusqu'à celle de l'Adour, où la température est presque toujours élevée et sèche, où le sable est fin, les dunes étaient *mobiles*, vers l'intérieur des terres, avec une vitesse d'au moins dix mètres par an. Dans leur trajet, elles ensevelissaient les propriétés, les habitations, des villages entiers abandonnés par les propriétaires; barraient tous les écoulements d'eau douce; et déterminaient des inondations, et des marais insalubres.

Sur les côtes de la Méditerranée, on a souvent attribué une partie des ensablements de quelques ports, et entre autres ceux de Fréjus, aux sables enlevés par le vent sur le rivage, transportés et déposés dans les lieux où la mer était plus calme.

Les dunes mobiles se dérobent, par leur marche progressive, à l'action des vagues dans le gros temps, et protègent ainsi contre la mer les zônes de territoire qu'elles envahissent plus tard.

On sait que c'est à un Ingénieur dont le nom est resté justement célèbre, à feu Brémontier, que la France et le département des Landes en particulier sont redevables du mode de fixation des dunes mobiles par des semis de diverses graines, et particulièrement de graines de pin défendues pendant leur germination par des couvertures temporaires en branches d'ajonc, de bruyères et de genêt de pin. Le mémoire de Brémontier a été réimprimé dans les Annales des ponts et chaussées de 1833.

Les travaux commencés par cet Ingénieur, il y a plus de 40 ans, ont été continués avec plus ou moins d'activité, malgré les vicissitudes politiques, par divers Ingénieurs, sous la haute direction de M. Deschamps, inspecteur général des ponts et chaussées, qui en présente l'historique dans un ouvrage en publication.

La marche actuelle de ces travaux est exposée avec détail dans un mémoire que M. l'Ingénieur Lefort a publié dans les Annales des ponts et chaussées de 1831, et dont on a tiré les notions présentées ci-dessous.

Les vents régnants sur les côtes de Gascogne sont ceux du sud-ouest au nord-ouest par l'Ouest, mais particulièrement du sud-ouest.

Il existe sur les dunes *déjà fixées*, trois zônes naturelles bien marquées, longitudinales et parallèles au rivage.

Une première, dite de *gourbets* (roseau des sables) la plus voisine de la mer, qui a environ 100 mètres de largeur;

Une autre en dedans de celle-ci, de 300 mètres de largeur, garnie de plantes rampantes;

Enfin, vers l'intérieur des terres est la zône des bois de pin.

Le *gourbet* ne réussit que lorsqu'il est de temps en temps chaussé par le sable; mais il est étouffé quand la charge de sable devient trop grande. M. Lefort pense qu'on pourrait l'employer *exclusivement* pour les dunes *littorales*, dès qu'à l'aide de moyens artificiels elles auraient été élevées assez haut pour que l'ensablement *postérieur* n'étouffât pas le gourbet. L'hectare de dunes fixées avec des *touffes* de gourbet ressortirait à 53 fr. 92 c.

Le développement et les soutènements temporaires des dunes *littorales* de protection pour les semis des dunes *intérieures* se sont effectués d'abord avec des clayonnages de 1$^{m}$,20 de relief. Mais comme ces ouvrages ne pouvaient, dans beaucoup d'expositions, résister à l'action des tempêtes, on les a remplacés d'abord par des palissades en madriers de pin de 2 à 3 centimètres d'épaisseur, arrêtés entre des montants. Mais il était très-difficile de relever ces soutènements quand l'ensablement était opéré, pour les reporter plus haut, et la dépense eût été multipliée dans un rapport énorme. On les a donc abandonnés pour y substituer des panneaux jointifs de 1$^{m}$,80 à 2 mètres de longueur, de 0$^{m}$,76 à 0$^{m}$,30 de largeur, et de 5 à 6 centimètres d'épaisseur, et dont la fiche est de 60 centimètres. Il en entre cinq au mètre courant. Le mètre courant de ces palissades ressort, dans les Landes, à. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 fr. 40 c.

La force de végétation du pin dépend de la distance des semis à la mer, et de la grosseur du sable. A mesure que l'on approche du rivage, les matières salines sont plus abondantes et brûlent les jeunes plantes. L'humidité du sol, qui se manifeste dans les dunes de sable fin à 0$^{m}$,06 de profondeur, ne se rencontre qu'à 0$^{m}$,30 dans les dunes en gros sable.

Pour les premières on applique le système de semis avec couverture de genêts, ajoncs et graines de bruyères; et l'on emploie par hectare 16 kilog. de graine de pin, 4 kilog. de graines de genêt et d'ajonc, 2 kilog. de graines de bruyère, 8 kilog. de graines de jonc, et 700 fagots en branchages *frais* du poids de 20 kilog. l'un. Le prix d'un hectare de pareils semis est de. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 69 fr. 80 c.

Dans les dunes de gros sable, on substitue aux couvertures en branchages rais, des couvertures dites avec *aigrettes* en quinconce. Ces aigrettes sont des touffes de branches *vertes* de bruyères, de pin ou de genêt non épineux. Les touffes rondes et bien serrées sont coupées à 50 centimètres

de longueur, et doivent peser au moins 0k,20 l'une; en sorte qu'il entre par hectare 400 fagots de 20 kilogr. l'un. Le prix de l'hectare dans ce genre de couvertures n'est que de. . . . . . . . . . . . . 68 fr. 79 c.

Du reste, avant de semer sur les versants très-rapides que quelques dunes présentent, on fait couler le sable jusqu'à ce qu'ils aient pris un talus d'environ 3 de base pour un de hauteur.

Les dunes mobiles sont séparées souvent par d'anciens semis ou par des plaines où l'herbe vient naturellement. Les nouveaux semis s'opèrent à découvert dans ces intervalles qu'on nomme *lettes*.

La direction des lignes de semis et de couvertures est un des points les plus importants de la fixation des dunes. Il est essentiel de se bien défier des vents régnants, et de faire profiter les nouveaux semis des défenses naturelles préexistantes, telles qu'anciens semis et *lettes*.

Les flancs des semis sont protégés par des soutènements qui, suivant l'exposition, consistent soit :

1° En simples cordons de 0m,50 de relief, formés de deux rangées à 0m,25 de distance l'une de l'autre; chaque rangée est en branches d'ajonc, de genêt et de pin fichées dans le sable de 0m,30 à 0m,40 de profondeur, couchées les unes vers les autres à 45° de l'Ouest vers l'Est. Des branches à plat couvrent l'intervalle des deux rangées.

2° En palissades ordinaires analogues à celles de soutènement des dunes littorales.

M. l'ingénieur Lefort cite une expérience fort remarquable sur les effets d'une judicieuse disposition des lignes de soutènement de sable en clayonnages ou palissades, par laquelle on s'est servi du *vent lui-même* pour creuser dans les sables un canal d'écoulement des eaux intérieures.

Des palissades avaient été disposées en éventail suivant le tracé indiqué aux fig. 779 des planches; les unes étaient orientées du N.-O. au S.-E., les autres du S.-O. au N.-E. On avait prolongé d'intervalle en intervalle, jusqu'à leur intersection, des palissades correspondantes des deux rangées, de manière à former des *entonnoirs* qui renforçassent l'action du vent. Les vents du S.-O à l'O. faisaient sortir les sables par les couloirs de l'une des rangées de palissades sans pouvoir les introduire par ceux de l'autre; les vents de l'O. au N.-O. avaient une action inverse. Les vents d'Ouest chassaient les sables vers le sommet des angles; là ils se divisaient et étaient ensuite emportés dans les changements de vent. Figures 779 des planches.

On a attribué à la fixation des dunes au large des plaines de Soulac et de

Thalais, sur le littoral au sud de l'embouchure de la Gironde, les corrosions qu'éprouve ce littoral depuis quelques années. Sa fixité actuelle l'expose à l'action de la mer; tandis qu'auparavant les dunes *mobiles* se soustrayaient à cette action par leur marche vers l'intérieur.

### *Phares et Fanaux.*

Les phares et fanaux des côtes ont plusieurs destinations qui les ont fait classer en phares ou feux du premier ordre, du deuxième ordre, du troisième ordre et du quatrième ordre. Ces derniers prennent plus particulièrement la dénomination de feux de port ou fanaux.

Les feux du premier ordre, élevés sur des caps ou promontoires saillants en mer, font connaître de nuit aux navigateurs revenus après une longue traversée, les parages où ils sont arrivés, et leur font ainsi rectifier leur *estime*; ces feux leur signalent aussi la route qu'ils ont à suivre pour éviter les écueils au large.

Les feux du deuxième et du troisième ordre éclairent les écueils plus rapprochés des côtes, et indiquent pendant la nuit l'entrée des baies et rades foraines.

Enfin les feux de port guident les bâtiments à l'entrée et dans l'intérieur des rades, à l'embouchure des rivières et à l'entrée des ports.

Quelquefois, dans les ports à marée, l'allumage et l'extinction de ces feux annoncent les époques où les chenaux des ports ont acquis ou perdu une profondeur d'eau déterminée.

L'élévation des feux est comptée à partir du niveau des plus hautes mers *calmes*. Leur portée dépend de leur hauteur et de leur visibilité. On suppose que, pour les feux du premier ordre, l'observateur est placé de 12 à 15 mètres au-dessus de la surface de l'eau, ou sur les hunes et vergues des bâtiments; pour les feux du deuxième ordre, à 10 mètres; pour ceux du troisième, à 5 mèt. ou sur le pont des grands navires; enfin, pour les feux de port, à 3 mèt., c'est-à-dire sur le pont des navires de moyenne grandeur.

Les phares et fanaux, si secourables à la navigation, pourraient aussi donner lieu à de funestes méprises. On peut, à une grande distance, les confondre avec les étoiles, ou se tromper dans leur reconnaissance. Souvent des feux allumés sur les récifs des côtes, soit accidentellement, soit dans des intentions criminelles, ont été pris par les navigateurs pour des feux de signal.

De là la nécessité de diversifier les feux consécutifs d'une même côte. Naguères en France, et aujourd'hui encore dans plusieurs contrées maritimes on a cherché à produire des différences d'aspect; tantôt en groupant plusieurs phares sur quelques points; tantôt en plaçant dans le même phare des feux à *hauteurs inégales* au dessus de la mer; tantôt en produisant des passages *brusques* d'un grand éclat de lumière à une obscurité complète.

La coloration des apparences des feux avait semblé offrir de grandes ressources pour diversifier ces derniers. Des expériences nombreuses ont été faites en France; les feux rouges ont le mieux réussi dans les temps brumeux. Divers feux du premier ordre sur les côtes de la Grande-Bretagne, et notamment celui de Bell-Rock, affectent cette coloration par phases. M. le baron Charles Dupin, dans ses voyages en Grande-Bretagne (partie Force commerciale, côtes et ports), ayant eu occasion d'observer comparativement la lumière blanche et la lumière colorée au phare de Bell-Rock, à plusieurs reprises, le soir, la nuit et le matin, par une obscurité complète ou par un beau clair de lune, estime qu'à une distance de plus de 20 kilomètres on ne pouvait confondre ces deux espèces de lumière.

En France, on a toutefois limité l'usage des feux rouges aux simples fanaux; et même il n'en existe que deux, l'un à l'entrée du port de Boulogne, l'autre à celle du port de commerce de Cherbourg.

La lumière, dans les temps très-brumeux, ne suffirait pas seule pour guider les navigateurs. Dans plusieurs phares anglais, notamment à ceux d'Eddystone et de Bell-Rock, élevés sur des écueils isolés, on frappe à intervalles réguliers, de 5 en 5 ou de 10 en 10 minutes, sur des *gongues* cloches du poids de 500 à 600 kil., à main d'homme ou par un mécanisme à horloge qu'on peut à volonté faire fonctionner

Les feux se distinguent aujourd'hui en France et dans la plupart des contrées maritimes en :

1° Feux fixes qui ne diffèrent que par leur plus ou moins grande intensité;

2° Feux à éclipses, dits aujourd'hui feux tournants, qui ne diffèrent que par la durée de leurs phases.

Ces phases se reproduisent régulièrement, suivant la disposition des appareils, à des intervalles qui varient depuis une demi-minute jusqu'à 3 et 4 minutes.

Les éclats qui alternent avec les éclipses acquièrent en quelques secondes leur maximum d'intensité et décroissent ensuite en repassant par les mêmes gradations. A une petite distance des phares à éclipses, celles-ci ne

paraissent plus totales ; on aperçoit dans l'intervalle des éclats, une lumière d'une intensité beaucoup plus faible.

3° Les feux variés par des éclats.

La plus longue phase de ces appareils offre un feu fixe plus ou moins brillant, qu'on voit après un certain intervalle de temps s'affaiblir par degrés. A cet affaiblissement de lumière, qui paraît une éclipse totale à l'observateur *suffisamment éloigné*, succède pendant quelques secondes un éclat de beaucoup supérieur qui s'affaiblit ensuite; et le feu à longue *tenue* reparaît. Le retour de chaque phase de ce genre de feux a lieu régulièrement à des intervalles qui varient de 2 à 4 minutes.

Tous les ans, l'Administration des ponts et chaussées en France publie une description sommaire des phares et fanaux allumés sur les côtes de France; des publications anologues sont faites à des intervalles de temps plus ou moins longs dans les autres contrées maritimes. Les Annales maritimes et coloniales de 1833, 1835 et 1839 relatent entre autres les descriptions des phares et fanaux de la Grande-Bretagne, de la mer Noire et de la mer d'Azof, et des phares et fanaux du royaume des Pays-Bas.

**Allumage des feux.** L'allumage des feux s'opérait dans l'antiquité, et même dans des temps assez rapprochés de l'époque actuelle, avec des amas de bois ou de charbon, ou par un grand nombre de chandelles, cierges ou bougies. Le célèbre phare de Cordouan, élevé par Louis de Foix à l'embouchure de la Gironde, de 1584 à 1610 ; la tour des Baleines à l'île de Ré ; représentés l'un et l'autre figures 780 des planches, n'avaient été en 1770, époque où Bélidor écrivait, alimentés d'abord que par du bois de chêne dont la combustion ne durait que trois heures. Puis on y substitua un réchaud qui consommait environ 110 k. de charbon de terre ; une lanterne protégeait le feu contre le vent et la fumée s'échappait par un campanile supérieur. Ce mode d'allumage existait encore dans quelques phares de la Baltique il y a peu d'années.

*Figures 780 des planches.*

**Feux fixes.** Le célèbre Borda paraît être le premier qui ait substitué à ces moyens, l'emploi de l'huile dans des lampes à double courant d'air dites d'*Argant* ; et qui ait fait usage de réflecteurs paraboliques argentés pour diriger les rayons lumineux en un seul faisceau d'une grande intensité et dans la direction de l'axe du réflecteur.

Mais pour éclairer toutes les parties de l'horizon du côté de la mer, on avait été obligé de multiplier les lampes et les réflecteurs sur le périmètre de la même circonférence, et même de les disposer sur plusieurs étages, de manière qu'il en était résulté une sorte de cylindre lumineux. Ce

système d'éclairage est encore en usage dans beaucoup de contrées maritimes, et particulièrement en Angleterre.

Ses principaux désavantages pour les feux fixes sont : l'absorption de plus de moitié des rayons lumineux et la dispersion *improductive* d'une forte partie de l'autre moitié ; la facilité avec laquelle les réflecteurs se ternissent ; enfin le poids considérable des miroirs paraboliques, qui ne permet de les multiplier qu'en réduisant leur dimension et leur portée. Les plus grands réflecteurs qui aient été employés naguères avaient $0^{m},83$ d'ouverture environ ; la distance du foyer au sommet du paraboloïde y était d'environ $0^{m},135$ ; et le poids de chaque réflecteur était de 50 kil.

L'application d'horloges et autres appareils à peson et à ressort pour déterminer le mouvement de rotation d'un bâtis chargé de miroirs paraboliques et pour produire des alternatives de lumière et d'obscurité, paraît avoir été importée par Borda de Suède en France, et faite pour la première fois au phare de Cordouan. La figure 781 des planches donne le détail de la lanterne. Feux tournants. Figures 781 des planches.

Mais ici encore on était limité pour les variations des phases ; car on ne pouvait raccourcir la durée des éclipses qu'en précipitant le mouvement de rotation et en raccourcissant alors d'autant les éclats de lumière qu'il importait au contraire de prolonger. On ne pouvait donc que multiplier les lampes autour de l'axe de rotation. Mais le poids des miroirs s'oppose à ce qu'on en place autour du même axe plus de douze de $0^{m},60$ à $0^{m},70$ d'ouverture ; et un plus grand nombre de lampes de dimensions plus petites restreindrait la portée des feux.

Un perfectionnement important, dû à MM. Arago et feu Augustin Fresnel, et consistant dans la combinaison du système de lampes à la Carcel à réservoir d'huile spécial, avec les mèches concentriques multiples de Rumford, était déjà un grand pas vers l'augmentation d'intensité et de portée de la lumière des phares. Les figures 782 des planches en présentent les détails. Figures 782 des planches.

On avait obtenu ainsi une lumière blanche et allongée, une consommation moins rapide dans les mèches.

Un bec à deux mèches concentriques remplace en effet cinq lampes à la Carcel ;

Un bec à trois mèches en vaut environ dix ;

Enfin, un bec quadruple de 9 centimètres de diamètre, consommant

$0^k,75$ d'huile par heure, correspond pour la dépense et l'intensité de lumière à 17 lampes Carcel.

M. Arago avait reconnu d'ailleurs qu'un bec à deux mèches, placé au foyer d'un miroir parabolique de $0^m,84$ de diamètre, produirait une intensité de lumière de 1,50 fois celle du même réflecteur armé d'un petit *bec ordinaire*, et que l'*effet total*, c'est-à-dire la somme des rayons divergents réfléchis, serait aussi dans le rapport de 2, 7 à 1.

L'emploi du gaz pour l'éclairage des phares semblait une nouvelle amélioration à introduire; toutefois, il n'a encore été tenté ni en France ni en Angleterre.

On ne citait pour le nouveau mode, en 1818, que le phare de Salvore, sur la côte d'Istrie, dont la lanterne, de $4^m,56$ de diamètre sur $3^m,60$ de hauteur, renfermait un candelabre à 42 becs de gaz.

Il est peu probable qu'il y eût économie dans la substitution du gaz à l'huile; car on ne pourrait guère faire usage que du gaz portatif. L'isolement des principaux phares, leur éloignement des lieux de production du gaz, forceraient de le distiller sur les lieux, et une pareille opération ne peut être confiée à de simples gardiens allumeurs. Enfin, il faudrait, en cas d'accidents, réinstaller immédiatement le système d'éclairage à l'huile.

Les brillantes inventions du célèbre Augustin Fresnel ont ouvert une ère nouvelle pour l'éclairage des phares. Leur application, commencée au phare de Cordouan, généralisée aujourd'hui en France, où l'on comptait à la fin de 1837, 29 appareils lenticulaires des 5 premiers ordres, s'est propagée dans la Sardaigne, la Belgique, les Pays-Bas, la Suède et l'Angleterre; et à la même époque, ces appareils étaient installés sur 15 à 16 phares à l'étranger.

L'horizon des grands phares dioptriques s'étend jusqu'à 8 et 10 lieues marines en *temps clair*, pour un observateur placé de 12 à 15 mètres audessus de la surface de l'eau.

La distance à laquelle pourront être vus à l'œil nu, par un observateur *suffisamment élevé*, les éclats de lumière des appareils tournants du premier ordre, est bien plus grande encore.

On aperçoit dans la Méditerranée, lorsque l'atmosphère est dégagée de vapeur, le feu du mont d'Agde, de la plateforme du mont Béarn, à la distance de 92 *kilomètres*, ou 23 *lieues de poste*.

L'inaltérabilité du verre des lentilles, et la durée de leur poli rendent

d'ailleurs leur nettoyage bien plus facile que celui des réflecteurs, et leur entretien est presque nul.

Les appareils composés par feu Augustin Fresnel sont fondés sur la propriété qu'ont les verres lenticulaires de rendre parallèles *par réfraction* les rayons émanés de leur foyer.

Lorsque l'épaisseur des lentilles n'excède pas l'épaisseur ordinaire des glaces, la lumière perdue dans le trajet du verre est une faible partie de celle qui sort, et la perte totale n'est évaluée qu'à un dixième.

Mais il était nécessaire, pour recueillir la plus grande quantité des rayons lumineux, que la lentille embrassât tous ceux qui étaient compris dans un cône de 45°; ce qui exigeait que l'angle prismatique du verre au bord de la lentille fût de 40°. Il eût résulté de là : que si la lentille eût été terminée par une surface sphérique continue, l'épaisseur considérable qu'elle aurait eue, aurait présenté le double inconvénient d'un grand affaiblissement dans la lumière réfractée et d'un poids exagéré dans l'appareil dioptrique.

Buffon avait été ainsi conduit à découper les lentilles en échelons. Mais il paraissait impossible de les obtenir dans cette forme d'*un seul morceau*. Augustin Fresnel eut l'idée de diviser la lentille en anneaux concentriques plans, convexes, de différentes pièces; d'ôter à la partie centrale et aux anneaux qui l'entourent toute la partie inutile de leur épaisseur; et de leur en laisser seulement assez pour qu'ils pussent être solidement unis par leurs bords les plus minces.

Il a pu corriger presque entièrement l'*aberration de sphéricité*, en multipliant suffisamment les anneaux et déterminant par le calcul les centres et les rayons de courbure des arcs générateurs qui devaient former les divers échelons de la surface de la lentille.

M. Soleil, opticien à Paris, fut chargé de l'exécution des premières grandes lentilles de 0m,76 en quarré, embrassant un angle de 45° dans les deux sens.

C'est au reste dans le mémoire même d'Augustin Fresnel, lu à l'Académie des sciences le 26 juillet 1822 et livré à la publicité; c'est dans l'examen des appareils lenticulaires établis depuis dix-sept ans en France sous la surveillance de M. l'Ingénieur Léonor Fresnel, son digne frère, qu'il faut étudier ce grand perfectionnement.

Les figures 783 des planches représentent un appareil lenticulaire tournant complet, composé d'un bâtis principal octogone et métallique, Figures 783 des planches.

dont chaque surface présente une lentille découpée à échelons. La lumière du foyer unique est au centre du prisme.

Huit lentilles plus petites et additionnelles forment une espèce de toit en pyramide octogonale tronquée, au-dessus du foyer unique de lumière dont la cheminée passe par l'ouverture supérieure de cette pyramide. Enfin, des glaces étamées qui s'élèvent au-dessus des lentilles ramènent dans une direction horizontale les rayons lumineux réfractés par les petites lentilles.

Les rayons qui ont traversé les grandes lentilles sont marqués dans les figures 783 de la lettre R, ceux qui ont été réfractés par les petites lentilles et réfléchis par les glaces sont marqués de la lettre *r*.

L'accumulation de la lumière dans un seul foyer par des becs multiples, et sous le *minimum de volume*, était une condition de réussite des appareils lenticulaires; car dans la réunion du volume de dix becs d'Argant isolés, il y aurait eu un grand nombre de rayons de l'un des becs qui eussent été interceptés par les autres becs.

Une seule lentille à échelons de $0^{m},76$ en carré, illuminée par une lampe unique, à 4 mèches concentriques, a été trouvée équivalente à 22 becs d'Argant, et a produit dans la direction de son axe le même effet que 4,000 *becs d'Argant réunis* (1).

D'après d'autres expériences, un appareil de huit grandes lentilles de 76 centimètres en quarré, dont le poids individuel n'excède pas 38 kilog. (y compris le cadre métallique), éclairé par un bec à quatre mèches concentriques, est presque aussi économique, malgré l'augmentation du foyer lumineux, que les grands réflecteurs de Lenoir, armés chacun d'un petit bec; et deux fois plus économique que les grands réflecteurs de Bordier-Marcet, qui portent chacun deux becs de $0^{m},022$ de diamètre.

Au reste, dans le tableau final des principaux phares français, on trouvera les dépenses d'huile et autres, pour des appareils à *réflecteurs* et pour des appareils lenticulaires.

M. l'Ingénieur Léonor Fresnel a rédigé, en novembre 1835, une in-

---

(1) Dix-huit fois ce que produisent les réflecteurs paraboliques anglais; c'est aussi, disait M. Arago dans l'Annuaire du Bureau des longitudes de 1831, l'éclat qu'on obtiendrait en rassemblant le tiers de la quantité totale des lampes à gaz qui, en 1831, éclairaient les rues de Paris.

struction détaillée pour le service des nouveaux appareils lenticulaires. Elle est insérée dans les *Annales maritimes et coloniales de* 1836.

Distribution des phares sur les côtes.

Les phares sont répartis sur les côtes de France d'après la portée de celui des deux phares consécutifs qui se verra de moins loin. Aussi, en règle générale, les phares du premier ordre ne sont pas à plus de 14 lieues marines l'un de l'autre. Ceux des trois premiers ordres ont été placés de manière qu'un feu fixe fût entre deux feux tournants d'*espèces différentes*, et qu'il y eût ainsi 28 lieues d'un feu *fixe* au suivant. Cet intervalle a paru suffisant, parce qu'une incertitude de 28 à 30 heures sur l'*estime* de la route d'un navire est une chose fort rare.

C'est dans le rapport de feu M. Rossel, sur le *Système général d'éclairage des côtes*, adopté par la commission des phares qu'il faut étudier les considérations nautiques et autres qui ont déterminé la distribution générale des feux, à peu près complète aujourd'hui pour les côtes de la France sur les deux mers. Ce rapport se trouve dans les *Annales maritimes et coloniales* de septembre 1826.

Hauteur des phares au-dessus de la mer et des terre-pleins d'emplacement.

La portée maximum des feux de divers ordres, *dans les temps clairs*, étant déterminée par les besoins de la navigation ; la hauteur du foyer lumineux au-dessus des hautes mers d'équinoxes, résulte du calcul trigonométrique de la différence du niveau vrai au niveau apparent, en tenant compte de la réfraction. A cette différence, il faut ajouter celle maximum entre les hautes et basses mers, et en retrancher la hauteur hypothétique de l'observateur au-dessus des hautes mers; telle qu'elle a été indiquée précédemment pour les phares de divers ordres.

Enfin, on ajoute 2 à 3 mètres au moins au résultat pour la dépression des lames dans les gros temps au-dessous du niveau des eaux calmes.

De la hauteur du *foyer lumineux*, on retranche ensuite la hauteur de l'emplacement choisi pour les phares au-dessus du même niveau des pleines mers d'équinoxe, pour en déduire l'élévation du phare au-dessus du terre-plein d'assiette.

Les phares de Biarritz, dans le département des Basses-Pyrénées; d'Arcachon et de Cordouan, dans le département de la Gironde; de Chassiron dans l'île d'Oleron, département de la Charente-Inférieure; de Belle-Isle, dans l'île de ce nom, département du Morbihan; de Penmarch de l'île de Sein et de l'île de Bas dans le département du Finistère; les phares des Héaux de Bréhat dans le département des Côtes-du-Nord; des caps Lahague et de Barfleur dans la Manche, sont des constructions monumen-

tales qui, par leur hauteur, les difficultés d'entretien de plusieurs d'entre elles, peuvent rivaliser avec les ouvrages les plus célèbres du même genre à l'étranger, et notamment avec la Tour de Gênes, représentée figures 784 des planches, et dont le foyer lumineux *est à 68 mètres au-dessus du sol.*

Figures 784 des planches.

Dispositions principales des phares et fanaux fixes.

Un emplacement suffisamment spacieux et élevé pour l'établissement de la lanterne d'éclairage;

Des galeries de circulation extérieure;

Des moyens d'accès à la lanterne, d'ascension et de descente pour les diverses parties de l'appareil d'éclairage et pour les approvisionnements journaliers d'huile;

Une chambre de quart chauffée et placée immédiatement au-dessous de la lanterne pour les gardiens de service;

Des magasins d'huile, ustensiles et autres objets d'approvisionnement;

Des citernes et réservoirs d'approvisionnement d'eaux potables, lorsque ces eaux sont à une grande distance des phares;

Des logements pour les familles des gardiens;

Deux chambres pour les ingénieurs et conducteurs chargés de la surveillance des phares;

Forment le programme à peu près complet d'un phare.

L'élévation de ces ouvrages exige d'ailleurs qu'ils soient munis de chaînes de paratonnerre communiquant avec un sol constamment humide.

Dans plusieurs phares où l'espace superficiel insubmersible ne manquait pas, on a disposé les logements et magasins:

Soit dans un soubassement quadrangulaire ou circulaire au bas du phare, comme dans les phares, de Belle-Isle, du Planier et du Pilier, représentés par les figures 785 des planches;

Figures 785 des planches.

Soit sur les rives d'une cour d'enceinte comme au phare de Barfleur, qui est retracé dans les figures 786 des planches.

Figures 786 des planches.

L'intérieur de la tour dans ces mêmes phares a été tracé:

Tantôt en anneau hélicoïdal contournant un noyau plein vertical dans l'axe de la tour;

Tantôt en mur d'échiffre circulaire, dont le vide central forme comme un puits de 1$^{m}$,75 à 2 mèt. de diamètre, par lequel les matériaux pendant la construction; des barils d'huile, des panneaux de lanterne, des pièces de bâtis métalliques, après cette construction, peuvent monter et descendre par l'intérieur de la tour.

Mais lorsque les phares sont établis sur des écueils isolés, submersibles,

exposés à toute la violence de la mer, les logements et magasins ont dû être nécessairement aussi étagés dans la tour les uns au-dessus des autres, comme dans les célèbres phares anglais d'Eddystone et de Bell-Rock, représentés figures 787 des planches, comme dans le phare des Héaux de Bréhat, qui vient d'être achevé, et dans ceux antérieurement exécutés au Four et au cap la Hague, et auxquels se rapportent les fig. 788 des pl.

Figures 787 des planches.

Figures 788 des planches.

Des voûtes en pierres ou en briques, maintenues au besoin par des ceintures métalliques; soit des planchers en bois ou en fonte de fer; isolent les divers étages, et contribuent en même temps à relier les diverses parties de la tour.

Ces séparations ne sont ordinairement exécutées qu'après la construction de la tour, pour ne pas gêner le montage des matériaux par l'intérieur; et l'on y réserve des écoutilles à panneaux amovibles pour l'ascension et la descente des barils d'huile et d'autres objets.

L'escalier intérieur, dans cette espèce de phare, est nécessairement placé sur le côté relativement à l'axe de la tour, et de manière à desservir séparément les logements des gardiens, et à ne pas morceler ces derniers.

La porte extérieure de ces mêmes phares est à une hauteur telle qu'elle ne puisse être atteinte par les lames dans les gros temps les plus habituels. Une échelle en bronze, refouillée dans le parement extérieur de la base de la tour, facilite les communications avec les embarcations.

Dans quelques phares anglais, et notamment à celui de Bell-Rock, on a même établi une petite grue au-dessus de la porte d'entrée pour hisser ou abaisser une sorte de chaise destinée aux personnes qui ne peuvent pratiquer l'échelle métallique.

Les phares baignés par la mer doivent être munis de fortes boucles d'amarrage à leur pourtour aux niveaux des basses mers et des hautes mers, et présenter sous l'encorbellement de la lanterne des potences métalliques saillantes pour le hissage des fardeaux par l'extérieur.

Forme des phares.

La plupart des phares nouveaux présentent, au-dessus du soubassement, des colonnes à tronc de cône. Il existe peu de ces ouvrages à forme quadrangulaire ou rectangulaire; bien que cette dernière forme semble, au premier aperçu, déterminée par la condition du maximum de résistance aux vents qui régnent le plus fréquemment dans les tempêtes.

Mais les phares très-élevés n'étant point protégés par les reliefs naturels du sol, étant également exposés à l'action du vent *dans tous les sens*, et principalement aux tourbillons des ouragans; la forme circulaire est en

définitive aussi commandée par les conditions mêmes de résistance; c'est celle qui, d'ailleurs procure le plus de solidarité entre toutes les parties des constructions.

Les parois du *fût* présentent du reste des ouvertures échelonnées pour l'éclairage de l'escalier et des chambres intérieures.

La grandeur apparente du fût des phares, et l'épaisseur décroissante des maçonneries, depuis la base jusqu'au sommet, dépendent de la distribution intérieure, de la nature des matériaux, des liaisons intérieures du système de construction, et des efforts auxquels elles seront exposées : de la part du vent seulement, dans les phares placés beaucoup au-dessus du niveau de la mer; et de la part du vent et à la fois de la mer, dans les phares établis sur des plages et écueils où la mer vient se briser.

Le mémoire que M. l'Ingénieur Léonor Fresnel a publié dans les *Annales des ponts et chaussées de* 1831, sur la stabilité du phare alors en construction à Belle-Isle-en-Mer, traite avec détail la question de la stabilité des constructions isolées d'une grande hauteur, lorsqu'elles ne sont exposées qu'à l'action du vent.

M. Fresnel rapporte que le maximum d'intensité du vent est de 275 kil. par mètre quarré; et qu'un phare, une tour, une grande cheminée isolée, peuvent être considérés comme des corps plus ou moins élastiques, encastrés à une de leurs extrémités et choqués ou pressés dans le sens perpendiculaire à leur longueur.

M. Fresnel, discutant la stabilité *absolue* de plusieurs constructions très-hardies, est arrivé aux rapports suivants avec la stabilité théoriquement nécessaire et prise pour unité : 7,4; 6,20; 5,8; 4,6; 4,4; 3,5: 1,76; 1,64.

Le phare de Barfleur est une des constructions isolées les plus élevés qu'on cite dans ce genre d'ouvrage. Exécuté entièrement en pierre de taille de granit rougeâtre à gros grain; il présente un escalier annulaire autour d'un mur d'échiffre de 40 centimètres d'épaisseur. Il a 9 mètres de diamètre extérieur à la base, et près de 6 mètres sous l'encorbellement de la lanterne, sur une longueur de fût conique de $55^m,50$. L'épaisseur des murs est dans le bas de $2^m,50$, et de 1 mètre dans le haut.

Le phare de Belle-Isle, exécuté entièrement en granit bleu à gros grain sur $33^m,50$ de hauteur au-dessus d'un soubassement de $9^m,50$, a pour diamètre extérieur :

7 mètres dans le bas;

$5^m,50$ sous l'encorbellement de la lanterne.

L'épaisseur des murs extérieurs est de $1^{m},58$ dans le bas, et de $0^{m},65$ dans le haut ; et le mur d'échiffre de l'escalier annulaire n'a que $0^{m},28$ d'épaisseur.

Les phares exposés à l'action de la mer exigent des dimensions plus considérables à la fois pour l'installation des logements étagés, et pour résister aux vagues. La forme des parties extérieures est assujettie aux conditions indiquées dans la 54e leçon. Ordinairement elle a beaucoup d'analogie avec celle d'une cloche, et consiste en une surface concave tangentielle au fût conique principal.

Le célèbre Smeaton, qui l'avait adoptée et tracée pour la partie inférieure du phare d'Eddystone, disait l'avoir empruntée à la configuration d'un fort tronc de chêne.

Le tableau suivant présente les dimensions principales de quelques phares isolés construits sur des écueils.

| | Distance des pleines mers d'équinoxe à la base du phare. | Distance de la base de la lanterne aux pleines mers d'équinoxe. | Hauteur totale du phare. | DIAMÈTRE EXTÉRIEUR à la base. | au niveau des hautes mers d'équinoxe | à la base du fût de la tour. | au haut du fût. | ÉPAISSEUR des murs extérieurs à la naissance inférieure de l'escalier. | au haut du fût. | Distance du seuil de la porte d'entrée au niveau des pleines mers d'équinoxe. | DÉPENSES pour le phare proprement dit. | pour l'appareil d'éclairage. | totale. | Par mètre courant de hauteur du phare. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| …tone, exé… …aton, vers … côte sud …rre. . . | m. 3,00 | m. 17,00 | m. 20,00 | m. 8,40 | m. 6,50 | m. 5,00 | m. 4,5 | m. 2,40 | m. 0,55 | m. 1,80 | . . . . . | . . . . . | . . . . . | . . . . . | Exécuté avec pierre de taille de granit en parements extérieurs; et en pierre de marbre de Portland, à l'intérieur. |
| …Rock, exé… …l'Ingénieur …n 1812, sur …de l'Écosse. | 3,00 | 23,70 | 26,60 | 13,00 | 8,00 | 5,50 | 4,20 | 2,00 | 0,55 | 5,50 | fr. 1,470,000 | fr. 30,000 environ | fr. 1,500,000 | fr. 55,263 | Exécuté entièrement en pierre de taille de granit sur les 9 premiers mèt. de hauteur, et en pierre de taille de grès dur sur le reste de la hauteur. |
| …ur exécuté …énieur Ra… …21, sur la …le France. | 4,80 | 13,60 | 18,40 | 10,00 | 6,40 | 5,40 | 5,00 | 1,40 | 1,00 | 2,50 | 122,000 | 14,500 | 136,500 | 6,630 environ | Exécuté en partie avec pierre de taille et en partie avec remplissage de moellons. La maçonnerie en pierre de taille est de 317 mc., celle de moellons de 318 mc. |
| …e la Hague. …énieur Mo… …de 1835 à …is la pointe …presqu'île . . . . | 1,00 | 44,30 | 43,30 | 9,40 | . . . | 6,80 | 5,50 | 2,70 | 0,80 | 4,30 | environ 335,000 | environ 39,000 | 374,000 environ | 7,736 | Exécuté entièrement en pierre de granit de Dielette. |
| …ux de Bré… …par M. l'In… …ynaud, de …o, à 500 …côte Nord …gne. . . | 5,00 | 40,00 | 45,10 | . . . | . . . | . . . | . . . | . . . | . . . | . . . | environ 970,000 | environ 30,000 | 1,000,000 | 21,550 | Ce phare exécuté et élevé en pierre de taille de granit dur, dans une position exposée à toute la violence de la mer, est un des plus beau ouvrages de ce genre |

La fermeture des portes et entrées, surtout dans les parties inférieures des phares battus par la mer, exige une grande solidité. Au nouveau phare des Héaux de Bréhat, les verrous de la porte massive d'entrée, garnie en métal, sont mis en mouvement par des manivelles à rouet.

Mode de construction des phares et fanaux.

Quelques feux du premier ordre en Angleterre et dans les mers du Nord ont été placés au haut des mâts et sur les hunes de bâtiments flottants mouillés à des *profondeurs d'eau déterminées*.

Quelques anciens phares, particulièrement sur les côtes de la Baltique, ont été exécutés en bois. Le deuxième phare, qui avait été élevé sur le rocher d'Eddystone avant celui de Smeaton, était également en bois. Mais les chances d'incendie par la foudre ou par l'imprudence des gardiens; les fréquentes réparations que nécessitent ces ouvrages en bois; les ont fait exclure des phares permanents et employer seulement pour les phares provisoires. Les figures 789 des planches représentent quelques-uns de ces derniers.

Figures 789 des planches.

Un petit phare en fonte de fer, le premier de ce genre, a été élevé à l'extrémité d'un des quais de Glascow, sur la Clyde, en Écosse.

Sur une plate forme de 0m,50 au-dessus du sol et de 5m,60 de diamètre, a été posée une chambre circulaire de 3 mèt. de diamètre et de 1m,15 de hauteur, percée de trois fenêtres et d'une porte. Elle a été coulée en fonte de fer d'une seule pièce, dont fait partie un entablement sans frise. Au-dessus s'élève un dôme servant de base à une colonne de 3m,85 de hauteur, fondue en deux pièces, de 1m,20 de diamètre à la base et de 0m,95 seulement au sommet.

Cette colonne est surmontée de la lanterne dans laquelle est le fanal; sous la lanterne est une horloge qui fait face au quai. Il y a dans l'intérieur de la colonne un petit escalier de bois en spirale.

La dépense pour les objets en fonte de fer n'avait été que de 3,750 fr., pour la hauteur totale de 9 mètres de toute la construction.

M. l'Ingénieur Léonor Fresnel, dans le mémoire déjà cité, mentionne des constructions isolées d'une grande élévation, les unes faites seulement en briques, les autres en moellons piqués. Plusieurs, comme la Tour des signaux du port de Lorient, ont été exécutées en maçonnerie de moellons avec chaînes et cordons en pierre de taille, et ont parfaitement résisté depuis plus de 50 ans.

L'inégalité des tassements dans les maçonneries de diverses espèces pourrait avoir des conséquences fâcheuses, surtout quand les mortiers

n'ont pas une grande vitesse de prise ; et que les ouvrages sont élevés rapidement et exposés immédiatement à l'action du vent.

Le premier phare élevé à l'île de Groix, en dehors de la rade de Lorient, dans les premières années de l'Empire, s'écroula, parce que les mortiers n'en étaient pas encore durcis lorsqu'il fut assailli par les gros temps.

M. Fresnel attribue en partie les accidents arrivés au phare du Planier, sur les côtes de la Méditerranée, à la faible ténacité de la pierre calcaire qui avait été employée dans les parements extérieurs et dans l'escalier principal.

La maçonnerie de moellons ne doit être en général employée dans les phares qu'en *tympans horizontaux* séparés par des plateaux entièrement en pierre de taille essémillée à l'intérieur.

La maçonnerie de briques, par son prompt dépérissement à l'air salin de la mer, ne peut guère être employée avec sûreté sur les côtes de l'Océan que dans les parties supérieures et inférieures des phares.

La pression que les maçonneries des tours exercent sur les assises inférieures suffira d'ailleurs pour lier dans le sens vertical les diverses assises entre elles. Les incrustations de dès en pierre dure ou en bronze pour réunir les matériaux d'une même assise, et les assises superposées, n'ont été pratiquées que dans la partie *inférieure* des phares baignés par la mer, celles que les vagues pouvaient atteindre ; et notamment aux phares d'Eddystone, de Bell-Rock et à celui du Four. On fait remarquer que le soubassement de ce dernier présente un noyau en pierre de taille et deux chaînes verticales intérieures *à angle droit*, indépendamment des pierres de parement.

La fondation des phares est un objet capital, à raison de l'énorme poids qui est réparti sur une faible surface. Figures 787 et 788 des planches.

Ainsi le sol, schisteux dans l'emplacement du phare de Belle-Isle, ayant, par sa friabilité donné quelques craintes de tassements inégaux, on a fait une charge d'essai sur l'assiette de la tour qui n'a déterminé aucun affaissement.

Une difficulté commune aux phares de toute catégorie, c'est l'élévation des matériaux pendant la construction, et celle de la lanterne culminante.

Au phare d'Eddystone, Smeaton avait été forcé de limiter le poids des matériaux à environ 920 kilogr., et s'était servi pour leur levage de chèvres mobiles autour de leur pied. Mode d'exécution des phares et montage des matériaux.

Les cordages des poulies s'enroulaient sur un treuil *amovible*. Smeaton disposa un appareil spécial au haut de la tour pour le hissage de la coupole de la lanterne qui pesait environ 5,000 kilogr. L'opération eut un succès complet, et ne dura qu'une demi-heure.

Figures 790 des planches.

Les figures 790 des planches feront parfaitement saisir les procédés de levage employés par Smeaton.

Une chèvre triangulaire, dont les haubans de tête étaient amarrés sur des arganaux scellés dans les parties déjà exécutées des maçonneries en élévation, a suffi pour le levage de tous les matériaux du phare du Four.

Aux phares de Barfleur et du cap de la Hague, les matériaux du fût de la colonne étaient élevés par l'intérieur, à l'aide d'un appareil *amovible* de bas en haut, appuyé sur les arasements des maçonneries terminées, et qui portait en même temps l'échafaudage extérieur pour la pose des pierres de parement.

Figures 791 des planches.

La dépense de cet appareil n'avait été que d'environ 2,000 francs. Les figures 791 des planches en indiquent la composition.

On y peut voir que les quatres pièces principales du patin étaient percées en écrous traversés par des vis verticales.

Celles-ci s'appuyaient sur les maçonneries exécutées. Leur manœuvre simultanée élevait l'appareil pour la pose de chaque nouvelle assise.

Le cable de montage des matériaux, après avoir passé sur une poulie tenue au haut de l'appareil *amovible*, redescendait pour glisser sur une poulie verticale de renvoi fixée dans le mur d'échiffre de l'escalier annulaire, et de là, allait s'enrouler sur le cabestan vertical mû par un manége.

Comme le mouvement d'ascension des matériaux devait être continu, il y avait deux crochets d'attache, dont l'un devait descendre pendant que l'autre monterait.

M. l'Ingénieur Morice La Rue s'est servi en effet de deux cylindres horizontaux placés au-dessus de la porte d'entrée des phares, et mus par une roue verticale à taquets. Sur chacun de ces cylindres s'enroulait un *tire-bas*.

Cette disposition permettait de détendre les câbles pour les diverses manœuvres (1).

---

(1) Deux chevaux au manége imprimaient aux pierres une vitesse d'ascension de 3 mètres au moins par minute, trois chevaux marchant à pas lents produisaient une vitesse de 4 mètres; et quatre chevaux au pas allongé, une vitesse de $4^{m},50$.

Onze mille blocs (non compris 4,800 pour les bâtiments accessoires), répartis en 118 assises et pesant ensemble 7,400,000 kilogr., ont ainsi été élevés à une hauteur moyenne de 35 mètres, dans les quatre campagnes de 1829 à 1833.

M. L'Ingénieur Morice La Rue, afin d'éviter les épaufrures que le bardage aurait occasionnées dans les pierres de corniches de l'encorbellement sous la lanterne, avait employé pour le levage de ce genre de matériaux, une sorte de chèvre ou de *singe à volée* triangulaire mobile sur son pied, et pouvant prendre des inclinaisons variables de 8 à 45 degrés environ.

Le détail de ces diverses opérations se trouve dans le mémoire que M. l'Ingénieur Morice La Rue a publié dans les *Annales des ponts et chaussée de* 1834.

Au phare de Belle-Isle, où les matériaux étaient également montés par l'intérieur, on s'est servi d'une autre espèce d'appareil amovible de bas en haut, et dont on a fait usage aussi au nouveau phare des Héaux de Bréhat.

M. l'Ingénieur Potel en a donné la description dans un mémoire inséré aux *Annales des ponts et chaussées de* 1835, et les figures 792 des planches le feront facilement comprendre. Figures 792 des planches.

L'échafaudage de service qui entoure le fût de la colonne à ses diverses hauteurs, présente quatorze chevalets analogues à ceux *des couvreurs*, réunis et serrés contre les maçonneries déjà arasées, par des chaînes de fer bandées sur chaque chevalet.

Chaque chaîne est en deux bouts liés par deux verrins horizontaux, afin que l'appareil puisse suivre le décroissement du diamètre extérieur.

Les chevalets portent les planches de l'échafaudage extérieur, et sont garnis verticalement d'une toile d'entourage qui cache aux ouvriers l'élévation à laquelle ils sont, et prévient ainsi les vertiges.

Ce système de chevalets est rattaché à un plateau horizontal placé au sommet d'une chèvre centrale de levage. La liaison a lieu par des haubans en cordages, dont le nombre, porté d'abord à quatorze, a été réduit ensuite à quatre, quand l'expérience a eu appris que les haubans multipliés étaient fort gênants pour soutenir la chèvre et remonter l'appareil amovible.

Cette dernière opération s'effectuait de trois en trois assises, et à peu près tous les huit jours, en attachant sur les chevalets des bouts de corde qui étaient *suivés* et tirés par 44 ouvriers de la tour rangés sur le pourtour de l'assise terminée. En même temps quelques-uns d'entre eux desserraient les verrins et chaînes de ceinture avant le montage de l'appa-

reil, pour les resserrer après. La dépense de chacune de ces opérations n'a pas été au delà d'une demi-heure de 44 ouvriers.

Le prix de revient de l'appareil lui-même n'avait été que d'environ 1,530 francs.

Le hissage des matériaux se faisait sur le haut du travail par quelques manœuvres, agissant sur les treuils de la chèvre centrale de l'appareil amovible désigné ci-dessus.

La vitesse d'ascension était de $5^m$,20 par minute.

Le montage d'un bloc avait exigé moyennement 15' dans les parties inférieures du phare, et 25' pour ceux du sommet de la tour.

Exécution des phares baignés par la mer.

L'exécution des phares élevés, sur des écueils isolés baignés par la mer, réunit à toutes les difficultés inhérentes à des constructions isolées d'une grande hauteur, celles des travaux à la mer dans les circonstances les plus contraires. On relatera ci-dessous sommairement l'historique de quelques-uns de ces phares.

Phare d'Eddystone.

Le phare d'Eddystone a été construit en pleine mer à 26,040 mètres au sud-sud-ouest de la rade de Plymouth, sur un banc de rochers dont le pointe seule se montrait au dehors de l'eau, et dont l'arête se prolongeait au-dessous, en formant un écueil sous-marin d'environ 150 mètres de longueur.

Cet écueil est le premier obstacle que rencontrent les lames dans les tempêtes de sud-ouest en venant des côtes d'Espagne.

Les sondes d'eau sont de 60 mètres à 120 mètres de profondeur à l'entour du banc, et de 45 mètres à côté du rocher qui se présentait comme une muraille verticale aux vagues. Celles-ci, amenées par une sorte de plan incliné sous-marin, venaient frapper l'écueil avec une violence telle que même, pendant quelques jours après la cessation d'une tempête, l'agitation existait encore. Des lames sourdes venaient briser sur la crête, et empêchaient d'y aborder en *temps calme*. Les figures 793 des planches représentent le phare de Smeaton dans les gros temps.

Figures 793 des planches.

Deux phares successivement élevés sur cet écueil, le premier en maçonnerie, le deuxième en bois, avaient disparu, l'un par l'action de la mer, l'autre par le feu.

Les dispositions techniques, le régime du travail, furent parfaitement combinés par Smeaton.

Un bâtiment flottant de refuge et de provision, du port d'environ 50 tonneaux, capable de résister aux tempêtes les plus violentes, et en

quelque sorte insubmersible, et *incharivable*, fut amené dans le voisinage de l'écueil; et comme le granit qui formait le fond de la mer n'aurait pas donné de prise aux ancres, et aurait usé rapidement les câbles, Smeaton se servit du système connu en Marine de deux chaînes en fer chacune de 60 mètres de longueur qui pesaient 40 kilogr. le mètre courant.

Ces deux chaînes convergeaient et aboutissaient à une ancre du poids de 6,000 kilog., et formaient réunies avec elle la *figure de l'y*; une troisième chaîne liait les extrémités divergentes des deux autres, et se terminait par le câble de tenue du bâtiment.

Smeaton partagea les travailleurs en deux bandes de même force, qui se relayaient, et entre lesquelles une vive émulation s'était établie. Chacune était payée d'après le nombre d'heures de travail sur le rocher. Les matelots eux-mêmes, chargés de conduire les ouvriers du navire sur l'écueil, et *vice versâ*, étaient intéressés à ce que la durée des travaux fût allongée autant que possible.

Les uns et les autres se nourrissaient eux-mêmes sur leurs gages.

Malgré toutes les précautions prises par Smeaton, le bateau de refuge partit plusieurs fois en dérive dans les gros temps par la rupture des câbles et chaînes.

Les premières opérations eurent pour objet : l'installation des chantiers de préparation des matériaux sur la côte voisine; la construction du bateau de refuge; et le relèvement de la configuration exacte du rocher qui devait être taillé en gradin pour l'assiette du phare. On employa des procédés analogues à ceux des statuaires, afin d'en refaire à terre un modèle à loisir, d'épargner autant que possible sur le nombre des voyages, et de n'avoir ultérieurement qu'à poser les matériaux préparés à terre. Les travaux préliminaires employèrent toute une campagne d'été; et l'on n'eut que 215 *heures de travail en* 80 *jours*.

La deuxième campagne ne put commencer qu'en *juin*, et dut finir dans les derniers jours de *septembre*; et l'ouvrage ne put atteindre que le niveau des hautes mers de vive eau. Il fallut une troisième et une quatrième campagne pour achever les maçonneries en élévation du phare d'Eddystone.

Les pierres destinées aux assises étaient appareillées à *queue d'hironde*; et la liaison d'une assise à l'autre était établie par des dés cubiques en marbre de $0^m,20$ à $0^m,30$ d'équarrissage qui s'engageaient à la fois dans le lit de l'assise inférieure, et dans le lit de dessous de l'assise supérieure.

En outre, Smeaton, pour empêcher le soulèvement des blocs par la mer pendant le cours du travail, les avait percés en dessous de deux trous de 15 centimètres de profondeur, qui correspondaient à deux semblables dans l'assise posée ; des gournables en bois de 5 centimètres de diamètre remplissaient ces trous.

En résumé, le temps employé sur le *rocher d'Eddystone* s'était élevé à peine à seize semaines, et le nombre des pierres posées dans cet intervalle avait été de 1493 (1).

Phare de Bell-Rock.

Le phare de Bell-Rock a été construit par l'Ingénieur Stevenson sur un vaste rocher situé à 20,000 mètres de distance de la côte Est de l'Écosse, au large de l'embouchure des rivières du Tay et du Forth.

Les sommités du rocher découvraient à peine dans les mortes eaux. La zône visible dans les basses mers de vives eaux avait 130 mètres de longueur sur 70 mètres de largeur. La longueur totale du banc des rochers sous-marins est 3 kilomètres.

Ici comme au phare d'Eddystone, on fit mouiller près du lieu des travaux un bâtiment servant à la fois de phare provisoire pour la navigation, et d'habitation pour les ouvriers qui devaient s'y retirer quand l'eau avait atteint le rocher. Ce bâtiment, grâces à l'emploi des câbles-chaînes, put rester en stationnement pendant quatre années sans éprouver d'accidents.

En outre l'Ingénieur Stevenson fit construire sur le rocher même une maison de refuge pour les travailleurs, pour le cas où quelque accident eût empêché l'arrivée des bateaux de service. Car ces bateaux ne pouvaient être amenés que pendant 2 heures et demie à 3 heures des basses mers de vives eaux, pour l'exécution des maçonneries de fondation. Les figures 794 des planches représentent cette maison.

Figures 794 des planches.

Elle communiquait avec les maçonneries et chantiers par un pont en charpente qui servait aussi d'échafaudage pour mouvoir les blocs destinés aux premières assises. Le rez-de-chaussée de la maison servait d'atelier de forges et de chantier de préparation des mortiers. La cuisine était à l'étage au-dessus ; le second étage contenait les loge-

---

(1) M. Coulier annonce dans la 4e édition, année 1839, de l'ouvrage intitulé : *Description générale des phares et fanaux*, *page* 86, que le phare d'Eddystone, *menaçant ruine* à la suite des tempêtes 1838 et 1839 ; on a préparé un feu flottant sur un bâtiment à l'ancre dans le voisinage du phare pour l'époque où l'on serait contraint d'abandonner ce dernier.

ments de l'ingénieur et des conducteurs; enfin au dernier plan était le casernement des ouvriers dans lequel les hamacs étaient rangés au nombre de cinq en hauteur. En temps ordinaire, le rez-de-chaussée était hors des atteintes de la mer; mais souvent, dans les coups de vent, elle renversait les tonneaux remplis de chaux, et arrachait les enclumes des forgerons.

Une première campagne entière, celle de 1807, fut employée en préparatifs; dans la deuxième campagne, on ne put exécuter la base du phare que sur $1^{m},70$ de hauteur; dans une troisième, on atteignit la hauteur de $9^{m},15$; enfin les maçonneries en élévation furent terminées dans la 4e campagne. Le poids des pierres de taille posées varie de 2000 à 2500 kilos l'une.

Le Four est un banc de rochers sous-marins dont l'étendue à basse mer est de plue d'une lieue. Les parties les plus hautes ne découvrent que de 2 mètres, à l'époque des grandes marées; le banc n'est abordable qu'en temps calme. Phare du Four.

Un bâtiment de 80 tonneaux avait été mouillé à peu de distance pour loger les ouvriers, dont le nombre permanent avait été d'abord de 2 appareilleurs et 12 poseurs qui, dans la deuxième campagne, se réduisirent à 6. On n'avait pu décharger au pied de la tour les pierres taillées sur la côte voisine. Elles étaient rapprochées par des manœuvres qu'on envoyait chercher à terre, et qui ne travaillaient guère que 3 à 4 heures par jour. Plus tard ils firent le levage.

Les travaux, commencés le 1er mars 1820, interrompus le 25 septembre, repris le 12 mai 1821, furent achevés le 26 septembre de la même année. Pendant les 281 jours de campagne, on n'avait eu en moyenne que 5 *heures* 20 *minutes de travail effectif par jour*, à raison des suspensions auxquelles les mauvais temps et les hautes marées donnaient lieu.

Le rocher dit *le Gros du Raz*, sur lequel M. l'Ingénieur Morice La Rue a élevé le phare du cap de La Hague, est situé à 800 mètres de la côte, dans le raz *Blanchard*, si connu des marins par la violence des courants et par les variations qu'éprouve leur direction aux diverses heures de la marée diurne. Le rocher présentait une surface à peu près circulaire de 10 mètres de rayon, élevé à 1 mètre au-dessus du niveau des hautes mers de vive eau. Phare du cap de la Hogue.

La côte voisine n'offrait qu'un seul point un peu abrité pour les embarquements d'hommes et de matériaux et pour le retour des bâtiments. La marée n'avait qu'un seul instant favorable pour les communications avec la côte, la troisième heure de jusant. Dans ces parages elle correspond à la marée

étale, attendu que les reversements des courants et ceux des marées ne s'y font pas aux mêmes heures. Les courants de flot et de jusant ont sur cette côte la vitesse des eaux d'un torrent, de 2 et 3 lieues à l'heure. Le passage était interrompu par la moindre brise des vents d'ouest, de sud-ouest et de sud, qui sont les vents régnants dans la localité.

M. l'Ingénieur Morice La Rue dut établir en conséquence sur place une moins de refuge pour les ouvriers, par les mêmes considérations qui en avaient fait établir une au phare de Bell-Rock. En outre un mât de sauvetage fut élevé comme moyen auxiliaire de précaution, et coiffé d'une sorte de bonnet pyramidal en toile formant comble. Enfin une cabane d'abritement pour la conservation des mortiers fut placée près du point de débarquement des matériaux. Les figures 793 des planches représentent ces installations.

Figures 793 des planches.

Les deux premières résistèrent pendant trois campagnes à toute la violence de la mer qui, dans les tempêtes, s'élevait *jusqu'à* 32 *mètres* au-dessus des hautes mers de vives eaux.

La violence des courants s'opposait à l'emploi de bâtiments de fort tonnage qui n'auraient pu s'aider du vent. M. l'Ingénieur Morice La Rue fit usage de barques plates et légères du port de 14 à 15 tonneaux, bordant douze avirons. Les bancs en étaient amovibles, de manière que les matériaux en dépôt à fond de cale se débarquaient par l'avant, en remontant par un plan incliné du fond de cale sur le pont de l'avant.

Une grue de service fixe et tenue à faux frais saisissait les pierres et les déposait sur les chariots par lesquelles elles se rendaient au lieu de pose. Il n'y avait ainsi à craindre que les accidents dus à l'action de la levée des lames, souvent assez forte pour entraîner les barques et rompre leurs amarres.

Le phare, commencé en 1834 et terminé à la fin de 1837, a été exécuté sans qu'on ait eu à déplorer la perte d'un seul travailleur.

Depuis son achèvement, la mer a endommagé le parapet plein d'entourage du soubassement, malgré les dimensions considérables des blocs et leurs liaisons intérieures; et l'on avait pensé à le remplacer par un parapet métallique évidé.

Phare des Héaux de Bréhat.

Le phare des Héaux de Bréhat, projeté et exécuté par M. l'Ingénieur Reynaud, aujourd'hui professeur d'Architecture à l'École polytechnique, a été élevé à 500 mètres de la côte sur un plateau de rochers baigné par 5 mètres de hauteur d'eau dans les pleines mers d'équinoxe, et où la violence de la mer et des courants est très-redoutable. L'état de la mer a souvent

rendu l'accès des Héaux dangereux et même impossible. Les travaux, mis en adjudication le 21 août 1835, n'avaient pu atteindre en 1837 que la cote de $10^{m}$,55 au-dessus de l'assiette des fondations, et de 5 mètres au-dessus des plus hautes marées, moyennant une dépense de 320,350 fr. Les maçonneries n'ont été achevées complétement qu'en 1839. Ce phare est déjà cité parmi les monuments les plus remarquables de ce genre en France et à l'étranger.

Fanaux et feux de port.

On a déjà dit que quelques fanaux et feux de port étaient des indicateurs de la profondeur d'eau à l'entrée des ports à marées. Ainsi, à Calais le feu de la jetée n'est allumé qu'autant qu'il y a $2^{m}$,60 de hauteur à l'entrée du chenal; à Boulogne, le feu rouge ne se manifeste qu'à la mi-montée de la marée. Le feu fixe du Tréport n'est allumé qu'autant qu'il y a 2 mètres d'eau dans le port. A Saint-Valery-en-Caux et Fécamp il y a de semblables feux de marées. Enfin, à Dieppe, il y a deux feux de marées qui sont allumés, l'un 2 heures et demie, l'autre 2 heures avant la pleine mer; le premier est éteint à la pleine mer; l'autre 2 heures après.

On terminera ce qui concerne les phares par le tableau des phares *les plus élevés* au-dessus du sol à l'étranger et en France, sur lesquels on ait pu recueillir quelques notions.

---

| NOMS DES PHARES. | SITUATION du phare. | NOMBRE de feux. | NATURE des feux. | TEMPS de la révolution des feux tournants. | COLORATION des feux. | PORTÉE des feux en lieues marines par un temps clair. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Pays autres que la France.* | | | | | | |
| *Phares de la mer Noire et de la mer d'Asof.* | | | | | | |
| Phare d'Odessa. . . . . . . . . . . . . . | A terre. | 1 | Fixe. | . . . . . . | Blanc. | 6,60 |
| Phare de Tendra . . . . . . . . . . . . . | *Id.* | 1 | Tournant. | 1′ 10″ | Blanc. | 5,66 |
| Phare de Tarkhankoute, en Crimée. . . . . . | Sur le b. de la mer. | 1 | Fixe. | . . . . . . | Blanc. | . . . . . |
| Phare du cap Khersonèse, en Crimée. . . . . | *Id.* | 1 | Tournant | Blanc pendant 3′, rouge pendant 1′. | Blanc et rouge alternativement. | . . . . . |
| *Méditerranée.* | | | | | | |
| Phare de la Canée (dans l'île de Candie). . . . . | Sur une jetée. | 1 | Fixe. | . . . . . . . . | . . . . . . . | 6,60 |
| Phare de l'île Paxo, gouvernement des îles Ioniennes. | A terre. | 1 | *Id.* | . . . . . . . . | Blanc. | . . . . . |
| Phare de Corfou. . . . . . . . . . . . . . | *Id.* | 1 | *Id.* | . . . . . . . . | Blanc. | . . . . . |
| Phare de Trieste. . . . . . . . . . . . . | Sur un môle. | 1 | Tournant. | 50″ en 50″ | Blanc | 4 |
| Phare de l'île Tino, à l'entrée du golfe de la Spezzia. | A terre. | 1 | Fixe. | . . . . . . . . | Blanc. | 5 |
| Pare de Villefranche. en Piémont. . . . . . . | *Id.* | 1 | Tournant, feu varié par des éclats. | Éclats de 30″ en 30″ | Blanc. | 6 |
| *Phare de la mer Blanche et de la Baltique.* | | | | | | |
| Phare de l'île Mondjonet, près Archangel. . . . | *Id.* | 1 | Fixe. | . . . . . . . . | Blanc. | 5,66 |
| Phare de Porkala-Udd, dans le golfe de Finlande. . | *Id.* | 1 | *Id.* | . . . . . . . . | Blanc. | 6,33 |
| Phare de Pakolanizk. . . . . . . . . . . . | *Id.* | 1 | Tournant. | 3′ en 3′ | Blanc. | . . . . . |
| Phare de Hango-Udd à l'entrée du golfe de Finlande. | *Id.* | 1 | *Id.* | 3′ en 3′ | Blanc. | 5 |
| Phare de Hulte. . . . . . . . . . . . . . | *Id.* | 1 | Fixes. | . . . . . . . . | Blanc. | . . . . . |
| Phare de l'île d'Enscar. . . . . . . . . . | *Id.* | 1 | *Id.* | . . . . . . . . | Blanc. | 6 |
| Phare de Vielsand. . . . . . . . . . . . . | *Id.* | 1 | *Id.* | . . . . . . . | Blanc. | . . . . . |
| Phare de la falaise de Robert Houst, dans la Baltique. | *Id.* | 1 | Tournant. | 6′ en 6′ | Blanc. | 5,66 à 6 |
| Phare de Riga, à l'embouchure de la Duna . . . | Sur la digue du fort Comet. | 2 | Fixe. | . . . . . . . | Blanc. | 5,33<br>2,33 |
| Phare de Zirlich, à l'île d'Egel, dans le golfe de Finlande | A terre. | 2 | *Id.* | . . . . . . . | Blanc. | . . . . . |
| Phare de l'île Runo. . . . . . . . . . . . | *Id.* | | . . . . . . . . | . . . . . . . . | . . . . . . . | . . . . . |
| Phare de l'île de Filgand. . . . . . . . . . | *Id.* | 2 | Tournant.<br>*Id.* | 1′ en 1′<br>*Id.* | Blanc<br>Blanc. | 5<br>5 |
| Phare de l'île d'Eckholm. . . . . . . . . . | *Id.* | 1 | Fixe. | . . . . . . . . | Blanc. | . . . . . |
| Phare de Seskar. . . . . . . . . . . . . . | *Id.* | 1 | *Id.* | . . . . . . . . | Blanc. | . . . . . |
| Phare de Talbéacon. . . . . . . . . . . . | *Id.* | 1 | *Id.* | . . . . . . . . | . . . . . . . | . . . . . |
| *Royaume des Pays-Bas.* | | | | | | |
| Feu de Terschelling, du 2e ordre. . . . . . . | Sur la t. Brandasis. | 1 | Tournant. | 1′ | Blanc. | 6,60 |
| Feu de côte de Vieland, du 4e ordre. . . . . . | Sur la dune à 10 min. du village. | 1 | Fixe. | . . . . . . . . | Blanc. | 4 |
| Feu de côte de Kykdnin. . . . . . . . . . | Sur la D. dans le F. | 1 | *Id.* | . . . . . . . . | Blanc. | 5,33 |
| Feux de la côte d'Egmont-sur-Mer. . . . . . . | Sur les dunes.<br>*Id.* | 1<br>1 | *Id.*<br>*Id.* | . . . . . . . .<br>. . . . . . . . | Blanc.<br>Blanc. | 6<br>6 |

| …eur tour s le t de erne l'a se. | DÉPENSE D'ÉTABLISSEMENT. Pour la tour. | Pour l'appareil d'éclairage. | Totale. | ANNÉE de l'érection. | CONSOMMATION annuelle d'huile. | DÉPENSES diverses annuelles, y compris celle des gardiens. | GENRE de l'appareil d'éclairage. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| o | | | | | | | | |
| ● | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ............ | La lumière est visible 10 min.; l'éclipse dure 1 min. |
| 11 | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | |
| .. | ..... | ..... | ..... | 1830 | | | | |
| .. | ..... | ..... | ..... | 1831 | ..... | ..... | Appareil à réflecteur. | Ce feu est composé de 60 lampes ordinaires. |
| .. | ..... | ..... | ..... | 1830 | | | | |
| .. | ..... | ..... | ..... | 1833 | ..... | ..... | *Id.* | Ce feu est comp. de 42 becs alimentés par de l'huile. |
| .. | ..... | ..... | ..... | 1839 | ..... | ..... | Appareil lenticulaire. | |
| .. | ..... | ..... | ..... | 1839 | ..... | ..... | *Id.* | |
| . | ..... | ..... | ..... | 1830 | ..... | ..... | ............ | N'est éclairé que pendant les mois d'août à octob. |
| .. | ..... | ..... | ..... | 1838 | ..... | ..... | Appareil à réflecteur. | L'appareil se compose de 15 lampes à réverbères. |
| .. | ..... | ..... | ..... | 1828 | | | | Appareil formé de 9 lampes disposées en trois groupes; chacun présente alternativement un éclat de deux lumières et une éclipse de 15 à 20 secondes, visible seulement à deux lieues. |
| .. | ..... | ..... | ..... | 1838 | ..... | ..... | *Id.* | |
| .. | ..... | ..... | ..... | 1828 | | | | |
| .. | ..... | ..... | ..... | 1828 | ..... | ..... | *Id.* | Se compose de 9 lampes à réverbères. |
| .. | ..... | ..... | ..... | 1838 | | | | L'appareil a 15 réflecteurs de 0m,55 de diamètre, et 0m,23 de profondeur, distribués en cinq groupes. A chaque rotation, la lumière alterne trois fois avec l'obscurité. La lumière est visible 70 secondes, l'obscurité est de 50 secondes. |
| . | ..... | ..... | ..... | 1838 | ..... | ..... | *Id.* | |
| .. | ..... | ..... | ..... | 1818 | ..... | ..... | *Id.* | |
| .. | ..... | ..... | ..... | 1821 | | | | |
| .. | ..... | ..... | ..... | 1821 | | | | |
| .. | ..... | ..... | ..... | 1821 | | | | |
| .. | ..... | ..... | ..... | 1821 | | | | |
| .. | ..... | ..... | ..... | Postérieurement à 1834 | ..... | ..... | Appareil lenticulaire. | La lumière se fait voir pendant 14 à 15 secondes, mais l'éclat n'a que 5 secondes de durée. |
| .. | ..... | ..... | ..... | *Id.* | ..... | ..... | *Id.* | |
| .. | ..... | ..... | ..... | 1822 | ..... | ..... | Appareil à réflecteurs. | Se compose de 26 lamp. d'Argant à réfl. argentés. |
| .. | ..... | ..... | ..... | Postér. à 1830 | ..... | ..... | Appareil lenticulaire. | |
| .. | ..... | ..... | ..... | ...... | ..... | ..... | *Id.* | |

| NOMS DES PHARES. | SITUATION des phares. | NOMBRE des feux. | NATURE. des feux. | TEMPS de la révolution des feux tournants. | COLORATION des feux. | PORTÉE des feux en lieues marines par un temps clair. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Feu de côte de Schonwen. | Sur les dunes. | 1 | Tournant. | 1′ | Blanc. | 6,60 |
| Feu de côte de Westkappel. | Tour d'église. | 1 | Fixe. | ..... | Blanc. | 4,6 |
| *Grande-Bretagne.* | | | | | | |
| *Angleterre.* | | | | | | |
| Feux de Harwick. | Rocher. | 1 | *Id.* | ..... | Blanc. | 4 |
| | *Id.* | 1 | *Id.* | ..... | Blanc. | 4 |
| Feux de Spurn. | *Id.* | 1 | *Id.* | ..... | Blanc. | 5 |
| | *Id.* | 1 | *Id.* | ..... | Blanc. | 4 |
| *Écosse.* | | | | | | |
| Phare de Bell-Rock. | Écueil. | 1 | Tournant. | 2′ | Blanc. | 4,30 |
| Phare de Gilderness. | A terre. | 2 | *Id.* | ..... | Rouge.<br>Blanc. | 4,33<br>5,33 |
| Phare de Buchaness. | Terre-ferme. | 1 | Fixe. | 5″ en 5″ | Blanc. | 6 |
| Phare de Tarbetness. | *Id.* | 1 | *Id.* | 3′ en 3′ | Blanc. | 6 |
| Phare de Startpoint. | *Id.* | 1 | *Id.* | 1′ en 1′ | Blanc. | 5 |
| Phare de Barra-Head. | *Id.* | 1 | Tournant. | 3′ en 3′ | Blanc. | 10 |
| Phare de Lismore. | *Id.* | 1 | *Id.* | 2′ en 2′ | Blanc. | 4 |
| Phare de l'Ile de Glass. | *Id.* | 1 | Fixe. | ..... | Blanc. | 5 |
| Phare de Rhinns of Ilay. | *Id.* | 1 | Tournant. | 12′ à 12′ | Blanc. | 6 |
| Phare de Pladda. | *Id.* | 1 | Fixe. | ..... | Blanc. | 5 |
| Phare de Corsewall. | *Id.* | 1 | Tournant. | 2′ en 2′ | Blanc et rouge alternativem. | 6 |
| Phare de la pointe d'Ayre. | *Id.* | 1 | *Id.* | *Id.* | *Id.* | 5 |
| *Angleterre.* | | | | | | |
| Phare de Leasowe. | Sur le rivage entre les rivières de Mersey et de Dee. | 1 | *Id.* | ..... | Blanc. | 5,33 |
| Phare de Black-Rock, près de Liverpool. | Sur | 1 | Tournant. | 3′ en 3′ | Blanc et rouge alternativement. | 5 |
| *Irlande.* | | | | | | |
| Phare de Hooktower. | Sur le rivage. | 1 | Fixe. | ..... | Blanc. | 5,66 |
| Phare de Tuskar. | Roche de Tuskar. | | Tournant. | 2′ en 2′ | Blanc. | 5 |
| Phare de Carlingford. | Roche d'Haulbowling. | 2 | Fixe. | ..... | Blanc. | 5 |
| *Côtes d'Espagne sur l'Océan.* | | | | | | |
| Phare de Saint-Ander. | A terre. | 1 | Feux fixes, avec feu intermittent entre deux. | 1′ en 1′ | Blanc. | ... |
| *Côtes des États-Unis.* | | | | | | |
| Phare de Walesbach, dans l'Etat de Newhampshire. | *Id.* | 2 | Feux fixes. | *Id.* | Blanc. | ... |
| Phare du cap Elisabeth (côtes du Maine). | *Id.* | 1<br>1 | Fixe.<br>Tournant. | .....<br>1′,5 en 1′,5 | Blanc.<br>Blanc. | ...<br>... |

| PENSES D'ÉTABLISSEMENT | | | ANNÉE de l'érection. | CONSOMMATION annuelle d'huile. | DÉPENSES diverses annuelles, y compris celle des gardiens. | GENRE de l'appareil d'éclairage. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ur our. | Pour l'appareil d'éclairage. | Totale. | | | | | |
| . . . | . . . . . | . . . . . | 1839 | . . . . . | . . . . . . | Appareil lenticulaire de 1er ordre. | L'éclipse aura lieu de 30 en 30 secondes; la lumière se verra 25 secondes, pendant lesquelles l'éclat aura une durée de 10 secondes. |
| . . . | . . . . . | . . . . . | Postér. à 1830 | . . . . . | . . . . . . | Appareil à réflecteur. | Cet appareil se compose de 15 lampes d'Argant. |
| . . . | . . . . . | . . . . . | 1818 | | | | |
| . . . | . . . . . | . . . . . | 1776 | | | | |
| fr. 0,000 | fr. 30,000 environ. | fr. 1,500,000 | 1811 | . . . . . | . . . . . . | *Id.* | Appareil à 12 réflecteurs de 0m,60 d'ouverture, et 0m,30 de profondeur. La distance du foyer au sommet est de 11 cent. 30 m. Les mèches circulaires ont 0m,02 de diamètre. Le feu est alternativement blanc et rouge. |
| . . . | . . . . . | . . . . . | 1833 | . . . . . | . . . . . . | *Id.* | Ces deux feux sont placés sur la même tour, et sont alimentés par l'huile. |
| . . . | . . . . . | . . . . . | 1827 | . . . . . | . . . . . . | *Id.* | |
| . . | . . . . . | . . . . . | 1830 | . . . . . | . . . . . . | *Id.* | La lumière est visible pendant 2 minutes et demie, et est éclipsée pendant une demi-minute |
| . . | . . . . . | . . . . . | 1806 | | | | |
| . . | . . . . . | . . . . . | 1833 | . . . . . | . . . . . . | *Id.* | Alimenté par l'huile. |
| . . | . . . . . | . . . . . | 1789 | . . . . . | . . . . . . | . . . . . . . . . . . | *Id.* |
| . . | . . . . . | . . . . . | 1825 | | | | |
| . . | . . . . . | . . . . . | 1790 | | | | |
| . | . . . . . | . . . . . | 1817 | . . . . . | . . . . . . | *Id.* | |
| . | . . . . . | . . . . . | 1818 | | | | |
| . | . . . . . | . . . . . | 1833 | . . . . . | . . . . . . | *Id.* | |
| . | . . . . . | . . . . . | 1805 à 1830 | . . . . . | . . . . . . | *Id.* | Treize lampes à réflecteurs. |
| . | . . . . . | . . . . . | 1830 | | | *Id.* | Ce feu consiste en 30 lampes d'Argant, munies de réflecteurs. Pendant la révolution de 3 minutes, on voit, à des intervalles d'une minute, deux lumières de couleur naturelle et une rouge. Pendant les brouillards, on tinte une cloche. Une boule noire sur le balcon du phare, indique, de jour, qu'il y a 3m,60 dans la passe. Une lumière fixe, placée à une fenêtre basse, donne le même signal, de nuit. |
| . | . . . . . | . . . . . | 1791 | | | | |
| . | . . . . . | . . . . . | 1815 | . . . . . | . . . . . . | *Id.* | Pendant la brume, on sonne la cloche chaque 1/2 m. |
| . | . . . . . | . . . . . | 1823 | . . . . . | . . . . . . | *Id.* | Le feu inférieur est allumé à mi-flot, le supérieur à mi-jusant. On hisse un ballon de demi-flot à demi-jusant; et en temps de brume on sonne la cloche de 30 secondes en 30 secondes. |
| . | . . . . . | . . . . . | 1839 | . . . . . | . . . . . . | *Id.* | Les parties supérieures et inférieures du feu fournissent une lumière fixe; celle du milieu sera intermittente et aura des éclats d'une minute en une min. |
| . . | . . . . . | . . . . . | 1830 | . . . . . | . . . . . . | *Id.* | Le feu supérieur se compose de 10 lampes à réflecteurs; le feu inférieur de 5. |
| . . | . . . . . | . . . . . | 1828 | . . . . . | . . . . . . | *Id.* | |
| . . | . . . . . | . . . . . | 1828 | . . . . . | . . . . . . | *Id.* | |

| NOMS DES PHARES | SITUATION des phares. | NOMBRE des feux. | NATURE des feux. | TEMPS de la révolution des feux tournants. | COLORATION des feux. | PORTÉE des feux en lieues marines par un temps clair. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Phare de Pensacola. . . . . . . . . . . . | A terre. | 1 | Tournant. | 5′ en 5′ | Blanc. | 6 à 6,66 |
| Phare de l'île Sapélo, dans la Géorgie. . . . . | *Id.* | 1 | *Id.* | *Id.* | Blanc. | 3 à 3,33 |
| Phare de la pointe Judith (île de Rhode-Island). . . | *Id.* | 1 | *Id.* | *Id.* | . . . . . . | . . . . . |
| ***Phares de l'Amérique méridionale.*** | | | | | | |
| Phare d'Itacolumin, entrée du Maranham au Brésil. | Sur le mont Itacolumin | 1 | *Id.* | 4′ en 4′ | Blanc et rouge alternativement | . . . . . |
| Phare de l'île Ste-Anne, près St-Louis du Maranham. | A terre. | 1 | *Id.* | 40″ en 40″ | Blanc. | . . . . . |
| Phare de l'île de Flore, gouvernement de Montévidéo. | *Id.* | 1 | *Id.* | . . . . . . . | . . . . . . | . . . . . |
| ***Phares d'Afrique et d'Asie.*** | | | | | | |
| Phare du cap Coast, sur la côte de Guinée. . . . | Fort William. | 1 | Fixe. | . . . . . . . | Blanc. | 7 |
| Phare de Falsepointe, baie du Bengale. . . . . | A terre. | 1 | *Id.* | . . . . . . . | Blanc. | 6 à 6,00 |
| Phare de Pondichéry, dans l'Inde. . . . . . . . | *Id.* | 1 | *Id.* | . . . . . . . | Blanc. | 5 à 5,05 |
| ***Côtes de France.*** | | | | | | |
| ***Dans l'Océan.*** | | | | | | |
| Phare de 1[er] ordre de Dunkerque (Nord). . . . | A terre, près les écluses de chasse. | 1 | Tournant. | . . . . . . . | Blanc. | . . . . . |
| Phare de 3[e] ordre de Gravelines (Nord). . . . . | Sur la plage. | 1 | Fixe. | . . . . . . . | . . . . . . | . . . . . |
| Phare de Cayeux, de 3[e] ordre (Somme). . . . . | *Id.* | 1 | Tournant, varié par des éclats. | Eclats de 4′ en 4′ | . . . . . . | 5 |
| Phare de l'Ailly (Seine-Inférieure). . . . . . . . | A terre. | 1 | Tournant, à éclipses. | 80″ en 80″ | Blanc. | 6 |
| Deux phares de La Hève, sur la côte nord du Hâvre (Seine-Inf.). . . . . . . . . . . . . . . | *Id.* | 1<br>1 | Fixe.<br>*Id.* | . . . . . . .<br>. . . . . . . | Blanc.<br>Blanc. | 6<br>6 |
| Phare de Barfleur, de 1[er] ordre (Manche). . . . . | Sur la plage. | 1 | Tournant, à éclipses. | Éclipses de 30″ en 30″ | Blanc. | 7 |
| Phare du cap de La Hague, de 1[er] ordre (Manche). . | Sur le rocher du gros du Raz. | 1 | Fixe. | . . . . . . . | Blanc. | 6 |
| Phare du cap Fréhel (Côtes-du-Nord). . . . . . | Vers le large. | 1 | Tournant à éclipses. | Éclipses de 165″ en 165″ | Blanc. | 6 |
| Phare des Héaux-de-Bréhat, de 1[er] ordre (Côtes-du-N.). | Sur des écueils. | 1 | Fixe. | . . . . . . . | Blanc. | 6 |
| Phare de l'île de Batz, de 1[er] ordre (Finistère). . . | A terre. | 1 | Tournant, à éclipses. | Éclipses de 1′ en 1′ | Blanc. | 8 |
| Phare de l'île d'Ouessant, de 1[er] ordre (Finistère). . | *Id.* | 1 | Fixe. | . . . . . . . | Blanc. | 6 |
| Phare de Saint-Mathieu, de 2[e] ordre (Finistère). . | *Id.* | 1 | Tournant, à éclipses. | Éclipses de 30″ en 30″ | Blanc. | 6 |
| Phare de l'île de Sein, de 1[er] ordre (Finistère). . . | *Id.* | 1 | Varié par des éclats. | Éclats de 4′ en 4′ | Blanc. | 7 |
| Phare de Penmark, de 1[er] ordre (Finistère). . . . | *Id.* | 1 | Tournant, à éclipses. | Éclipses de 30″ en 30″ | Blanc. | 7 |
| Phare de l'île de Groix, de 1[er] ordre (Morbihan). . | *Id.* | 1 | Fixe. | . . . . . . . | Blanc. | 6 |
| Phare de Belle-Isle, de 1[er] ordre (Morbihan). . . . | *Id.* | 1 | Tournant, à éclipses. | Éclipses de 1′ en 1′ | Blanc. | 8 |

| DÉPENSE D'ÉTABLISSEMENT. Pour la tour. | Pour l'appareil d'éclairage. | Totale. | ANNÉE de l'érection. | CONSOMMATION annuelle d'huile. | DÉPENSES diverses annuelles, y compris celle des gardiens. | GENRE de l'appareil d'éclairage. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ..... | ...... | ...... | 1825 | ...... | ...... | Appareil à réflecteurs. | Ce feu consiste en 32 lampes à 8 réflecteurs. |
| ..... | ...... | ...... | 1820 | ...... | ...... | *Id.* | |
| ..... | ...... | ...... | ...... | ...... | ...... | *Id.* | |
| ..... | ...... | ...... | 1829 | ...... | ...... | *Id.* | La tour est carrée, et a 19m,60 de côté à la base, et 5m25 à la lanterne. L'appareil se compose de 18 lampes en deux groupes égaux. |
| ..... | ...... | ...... | 1831 | ...... | ...... | *Id.* | La tour est carrée, à trois étages distincts, diminuant graduellement, et dont les angles sont dans la direction des 4 points cardinaux. |
| ..... | ...... | ...... | 1828 | ...... | ...... | *Id.* | |
| ..... | ...... | ...... | 1835 | | | | |
| ..... | ...... | ...... | 1838 | | | | |
| ..... | ...... | ...... | 1830 | | | | |
| ..... | ...... | ...... | En construction. | ...... | ...... | Appareil lenticulaire. | L'appareil doit avoir 8 grandes lentilles tournantes. |
| ..... | ...... | ...... | *Id.* | | | | |
| fr. 24,54 | ...... | ...... | 1835 | kil. 845 | fr. 2,478 | | |
| ..... | ...... | ...... | ...... | 1060 | 3,033 | Appareil à réflecteurs. | Six grands réflecteurs de 0m,83 d'ouverture, avec six becs d'Argant. |
| ..... <br> ..... | ...... <br> ...... | ...... <br> ...... | ...... <br> ...... | 5070 | 5,855 | *Id.* | Chaque phare est éclairé par 10 grands réflecteurs à double parabole de 0m,78 d'ouverture à doubles becs d'Argant. |
| 487,582 | ...... | ...... | 1835 | 3165 | 4,000 | Appareil lenticulaire. | Les éclats de lumière peuvent être aperçus à la distance de 8 à 9 lieues marines. |
| 335,000 | fr. 39,000 | fr. 374,000 | 1837 | 3165 | 4,433 | *Id.* | |
| ..... | ...... | ...... | ...... | 2050 | 3,757 | Appareil à réflecteurs. | Huit grands réflecteurs à double parabole, de 0m,78 d'ouverture à doubles becs d'Argant. |
| ,060,000 | ...... | ...... | 1840 | ...... | ...... | Appareil lenticulaire. | |
| 167,732 | ...... | ...... | 1836 | 3165 | 3,783 | *Id.* | |
| ..... | ...... | ...... | ...... | ...... | ...... | *Id.* | |
| ..... | ...... | ...... | ...... | ...... | ...... | *Id.* | |
| ..... | ...... | ...... | 1839 | 3165 | 4,752 | *Id.* | |
| ..... | ...... | 102,059 | 1835 | 3165 | 3,707 | *Id.* | |
| ..... | ...... | ...... | 1839 | 3165 | 3,791 | *Id.* | |
| ..... | ...... | 496,355 | 1836 | 3165 | 4,204 | *Id.* | |

| NOMS DES PHARES | SITUATION des phares. | NOMBRE des feux. | NATURE des feux. | TEMPS de la révolution des feux tournants. | COLORATION des feux. | PORTÉE des feux en lieues marines par un temps clair. | [illegible] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Phare du Pilier, de 2e ordre, près Noirmoutiers (Vendée) | A terre. | 1 | Varié par des éclats. | Éclats 15′ en 15′ | Blanc. | 6 | [illegible] |
| Phare de l'île d'Yeu, de 1er ordre (Vendée) . . . . . . | *Id.* | 1 | Fixe. | *Id.* | *Id.* | 6 | [illegible] |
| Phare de la Charme (Vendée) . . . . . . . . . . . . . | Quai des Sables d'Olonne. | 1 | *Id.* | *Id.* | *Id.* | $6\frac{1}{2}$ | [illegible] |
| Phare de l'île des Baleines, île de Ré (Charente-Infre). | Sur la plage. | 1 | Tournant, à éclipses. | Éclipses 1′ en 1′ | *Id.* | 9 | [illegible] |
| Phare de Chassiron, de 1er ordre (île d'Oléron, Charente-Inférieure) . . . . . . . . . . . . . . . . . . | *Id.* | 1 | Fixe. | . . . . . . . | *Id.* | 6 | [illegible] |
| Phare de Cordouan, de 1er ordre (Gironde) . . . . . . | Sur le rocher de Cordouan. | 1 | Tournant, à éclairs. | Éclipses 1′ en 1′ | *Id.* | 8 | [illegible] |
| Phare du Bassin d'Arcachon, de 1er ordre (Gironde). | Sur la plage. | 1 | Fixe. | . . . . . . . | *Id.* | 9 | [illegible] |
| Phare de Biarritz, de 1er ordre (Basses-Pyrénées) . . . | A terre. | 1 | Tournant, à éclipses. | Éclipses 30″ en 30″ | *Id.* | 7 | [illegible] |
| ***Côtes de la Méditerranée.*** | | | | | | | |
| Phare du môle Saint-Louis, à Cette . . . . . . . . . . | Sur le port Saint-Louis. | 1 | Fixe. | . . . . . . . | *Id.* | 3 | . . . . |
| Phare de Faraman, dans la Camargue, de 1er ordre (Bouches-du-Rhône) . . . . . . . . . . . . . . . . . | Sur la plage. | 1 | *Id.* | . . . . . . . | *Id.* | 6 | [illegible] |
| Phare du Planier, de 1er ordre (Bouches-du-Rhône) . . | Sur le rocher de Planier. | 1 | Tournant, à éclipses. | Éclipses 30″ en 30″ | *Id.* | 7 | [illegible] |
| Phare du cap Camarat, de 1er ordre (Var) . . . . . . . | A terre. | 1 | *Id.* | Éclipses 1′ en 1′ | *Id.* | 9 | [illegible] |
| Phare d'Antibes, de 1er ordre (Var) . . . . . . . . . . | *Id.* | 1 | Fixe. | . . . . . . . | *Id.* | 6 | [illegible] |
| Phare d'Alger . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | Sur la tour du Môle. | 1 | Tournant, à éclipses. | Éclipses 30″ en 30″ | *Id.* | 5 | . . . . |
| ***Fanaux de 4e ordre.*** | | | | | | | |
| Feu de la Pointe d'Alpreck (Pas-de-Calais) . . . . . . | Sur la tour du Sémaphore. | 1 | Fixe. | . . . . . . . | *Id.* | 3 | [illegible] |
| Fanal de la Pointe de Berck (*id*) . . . . . . . . . . . | Sur des hauts bancs. | 1 | *Id.* | . . . . . . . | *Id.* | 3 | [illegible] |
| Fanal du fort central de la Digue, en rade de Cherbourg. | Sur la plate-forme du fort. | 1 | Varié par des éclats. | Éclats 3′ en 3′ | *Id.* | 3 | [illegible] |
| Fanal du port de Granville (Manche) . . . . . . . . . . | Sur l'extrémité du môle. | 1 | Fixe. | . . . . . . . | *Id.* | 1 | [illegible] |
| Fanal des Sept-Iles (Côtes-du-Nord) . . . . . . . . . . | Sur l'extrémité est de l'île aux Moines. | 1 | Varié par des éclats. | Éclats 3′ en 3′ | *Id.* | 3 | [illegible] |
| Deuxième fanal du port Breton (Charente) . . . . . . | Sur la jetée. | 1 | Fixe. | . . . . . . . | *Id.* | 3 | [illegible] |
| Fanal de Port-Vendres (Pyrénées-Orientales) . . . . . | . . . . . . . . . | 1 | *Id.* | . . . . . . . | *Id.* | 3 | [illegible] |
| Fanal du port d'Agde (Hérault) . . . . . . . . . . . . | A l'extrémité de la jetée. | 1 | *Id.* | . . . . . . . | *Id.* | 2 | [illegible] |

| [illegible] | DÉPENSE D'ÉTABLISSEMENT. Pour la tour. | Pour l'appareil d'éclairage. | Totale. | ANNÉE de l'érection. | CONSOMMATION annuelle d'huile. | DÉPENSES diverses annuelles, y compris celle des gardiens. | GENRE de l'appareil d'éclairage. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | kil. | kil. | | |
| [illegible] | .... | .... | .... | ...... | 2140 | 4427 | Appareil lenticulaire. | |
| . . | .... | .... | .... | Postér. à 1826. | 3165 | 4378 | *Id.* | |
| . . | .... | .... | .... | Ancien. | 1490 | 2390 | Appareil à réflecteurs. | Se compose de 10 photophores avec petits réflecteurs. |
| . . | .... | .... | .... | Ancien. | 2545 | 4035 | *Id.* | 10 grands réflecteurs tournants à double parabole de 0m,78 d'ouverture, chacun avec 2 becs d'Argant. |
| [illegible] | .... | .... | fr. 196,772 | 1836. | 3166 | 3830 | Appareil lenticulaire. | |
| [illegible] | .... | .... | .... | ...... | 3165 | 7498 | *Id.* | L'Appareil lenticulaire a été substitué, vers 1826, à l'appareil à réflecteurs. C'est le premier essai fait des appareils de feu Augustin Fresnel. |
| [illegible] | .... | .... | .... | 1840. | 3165 | ...... | *Id.* | |
| [illegible] | .... | .... | 246,887 | 1834. | 3165 | 3829 | *Id.* | |
| . . | .... | .... | .... | ...... | 1168 | 1824 | Appareil à réflecteurs. | 17 réflecteurs cylindriques à mèches plates. |
| [illegible] | .... | .... | .... | En exécution. | ...... | ...... | Appareil lenticulaire. | |
| [illegible] | .... | .... | .... | ...... | 3165 | 6229 | *Id.* | |
| [illegible] | .... | .... | 49,422 | 1837. | 3165 | 3852 | *Id.* | |
| [illegible] | .... | .... | 50,004 | 1837. | 3165 | 3557 | *Id.* | |
| . . | .... | .... | .... | 1834. | | | | |
| . . | .... | .... | .... | ...... | 200 | 1068 | ............ | Lampe ordinaire d'Argant à bec de gros calibre. |
| . . | .... | .... | .... | ...... | 220 | 943 | Appareil sidéral. | Appareil sidéral à gros bec. |
| ; | 9,800 | .... | .... | 1839. | 260 | 655 | Appareil lenticulaire. | |
| . . | .... | .... | .... | ...... | 200 | 631 | ............ | Appareil à bec de petit calibre. |
| . . | .... | .... | .... | ...... | 250 | 1570 | *Id.* | |
| . . | .... | .... | .... | ...... | 180 | 472 | Photophore. | |
| . . | .... | .... | .... | ...... | 200 | 680 | Appareil sidéral. | Lampe à gros bec. |
| . . | .... | .... | .... | ...... | 220 | 648 | | |

On trouvera dans l'appendice n° 7 du tome III, des extraits du détail estimatif général du service de l'éclairage dressé par M. l'Ingénieur en chef directeur Léonor Fresnel, pour le service de tous les phares, fanaux et feux des côtes de France.

On ne quittera pas ce sujet, sans faire remarquer que la France a doté *gratuitement* la navigation nationale et étrangère, du magnifique système d'éclairage qui est aujourd'hui installé sur les côtes, et qui comprend 45 phares de premier ordre, et 85 fanaux, feux de ports et de marées; tandis qu'en Angleterre et dans d'autres contrées maritimes, la navigation est obligée d'acquitter, indépendamment des droits de pilotage, de tonnage, d'encrage, de bassin, etc.. des droits élévés de phares et fanaux, perçus tantôt par le gouvernement, tantôt par des associations particulières.

Balisage.

A défaut de phares et fanaux, le balisage des écueils submersibles et insubmersibles, des hauts-fonds, bancs mobiles aux atterrages des ports, à l'embouchure des rivières navigables, et dans la portion navigable de leur cours, est indispensable pour prévenir les sinistres.

Lorsque les dangers à signaler sont fixes, les moyens désignés doivent l'être également.

Ces moyens consistent :

Tantôt en des colonnes ou pilastres en maçonneries pleines, ou en fonte de fer évidée, s'élevant au-dessus du niveau présumé des vagues dans les plus fortes tempêtes; et se terminant dans leur partie supérieure par des formes bien tranchées;

Tantôt dans des potences en bois ou en fer forgé, solidement scellées et accorrées, couronnées par des tonnes ou des plateaux en bois ou en métal, d'un grand volume, et peints en plusieurs couleurs distinctes;

Enfin en tonnes ou *bouées flottantes*, soit en bois léger, soit en métal, fortement amarrées à des ancres au fond de la mer, et pourvues de boucles qui permettent de s'en servir pour le service des bâtiments et pour leur touage.

On a quelquefois établi sur ces bouées des sonneries ou carillons pour les temps brumeux et pour la nuit.

Figures 796 des planches.

Les figures 796 des planches représentent divers genres de bouées, dont M. l'Ingénieur Potel avait publié les dessins dans les collections lithographiques de l'École des ponts et chaussées.

Lorsque les dangers à signaler sont *mobiles*, les moyens de signal doivent être facilement *amovibles*. Ce sont ordinairement ou de fortes perches en bois portant à leur sommet des petites tonnes, des plateaux ou des

pavillons ; soit des bouées d'un médiocre volume, tenues par des cordes, ou des chaînes, et des grappins au fond de l'eau ; ainsi qu'il est indiqué aux figures 797 des planches. Figures 797 des planches.

Amers.

Les *amers* sont des indicateurs placés à terre, fixes ou amovibles, ou composés d'une partie mobile sur une base fixe, qui deux à deux, marquent à la navigation les diverses directions d'une passe. Pour que les angles d'intersection des lignes droites jalonnées par les *amers* soient bien définies, il est essentiel qu'ils s'éloignent peu au-dessous de 45°, et se rapprochent, autant que possible, de l'angle droit.

La plupart des phares, fanaux et feux de port ont été disposés pour servir en même temps d'amers *directs* ou *indirects*.

Ordinairement les amers sont des reliefs naturels du sol, des tours isolées, des clochers d'églises, des constructions privées situées sur la côte et susceptibles d'une longue durée. De larges marques de diverses formes, nuancées en blanc et en noir, rendent les amers plus faciles à distinguer.

A défaut de ces points de reconnaissance, on établit de petites tourelles en bois ou en maçonnerie analogues à celle de la figure 798 des planches ; et même de simples poteaux fixes en bois ou en métal, surmontés de grands plateaux peints en noir et en blanc, dont la forme doit être telle que de loin on ne puisse pas les confondre avec des bâtiments sous voiles. Figures 798 des planches.

La conservation des amers est un objet d'un haut intérêt pour la navigation, et qui a été quelquefois méconnu, lors de la démolition de vieux édifices sur le bord de la mer ; bien que les propriétaires fussent, d'après les lois et réglements en vigueur, astreints à des avertissements préalables.

Indicateurs de marées.

On a déjà dit que l'allumage de certains feux de port avait pour but d'indiquer dans les ports à marée, pendant la nuit, aux navires revenant de la mer, soit certaines époques de la marée, soit un minimum de profondeur d'eau. Des indications analogues sont données pendant le jour, soit à l'aide de plaques diversement colorées qui sont substituées aux feux, soit avec des pavillons manœuvrés au haut d'un mât d'échafaudage, ou d'une tour. Les figures 799 des planches représentent quelques-unes de ces installations. Figures 799 des planches.

Au Hâvre, les diverses hauteurs d'eau dans le port étaient signalées de la manière suivante :

On avait placé sur la jetée du nord-ouest un mât, le long duquel étaient hissés successivement des ballons en fer-blanc, peints en noir,

disposés les uns au-dessous des autres. Les ballons du même groupe n'étaient séparés que par un intervalle de $0^m,40$ ; l'intervalle entre deux groupes consécutifs était de $1^m,60$. Un ballon était hissé lorsque la hauteur d'eau était de $3^m,60$ ; deux ballons correspondaient à $3^m,90$ d'eau ; trois à $4^m,20$, et ainsi de suite, jusqu'à $5^m,40$. Une flamme ou pavillon intercalé marquait la fraction $0^m,15$. A la mer baissante, les mêmes signaux étaient répétés en sens inverse. Ils pouvaient être aperçus avec une longue vue à la distance d'un demi-myriamètre.

Un expédient auquel ont recours les pilotes et pêcheurs, serait susceptible d'être généralisé et bien installé. Ce serait d'avoir sur les côtes, et écueils des attérages des ports, des échelles de marées disposées de telle sorte : que le chiffre que le niveau de la mer atteindrait, indiquât précisément la profondeur d'eau existante *aumême moment*, ou à un intervalle de temps déterminé, à l'entrée du port.

Tours des signaux.

Les mâts et tours de signaux ont pour objet d'établir une correspondance facile de terre avec les bâtiments flottants. La tour des signaux du port de Lorient, représentée figures 800 des planches, est une des constructions les plus remarquables de ce genre. Elle s'élève de $37^m,30$ au-dessus d'un monticule qui lui-même domine de 20 mètres les hautes-mers d'équinoxe. Le diamètre extérieur à la base est de $7^m,14$, et au sommet de 4,22.

Figures 800 des planches.

La Compagnie des Indes avait fait établir cette tour pour connaître l'arrivée des convois arrivant de l'Inde, et pour correspondre avec eux. Ceux-ci, à leur tour, venaient reconnaître les atterrages de Belle-Isle en mer, et cette tour leur servait aussi de guide pour l'entrée de la rade extérieure.

M. l'Ingénieur Léonor Fresnel a discuté la stabilité de cette tour dans le mémoire déjà plusieurs fois cité, et lui a assigné le chiffre de 7,40 comparativement à la stabilité théoriquement suffisante.

Des sémaphores.

Les sémaphores sont des télégraphes maritimes fort simples, dont l'idée première paraît appartenir à M. Hubert, aujourd'hui directeur des Constructions navales au port militaire de Rochefort. Ils sont établis, en cas de guerre maritime, dans toute l'étendue des côtes, sur leurs points les plus saillants et dans les îles voisines. Leur espacement varie par conséquent entre des limites fort distantes. Il est sur les côtes et dans les contours des îles moyennement de 2 lieues marines ou 10,000 mètres ; mais pour cor-

respondre des côtes avec les îles, on a porté quelquefois cette distance jusqu'à $3^{l},5$ ou 18,900 mètres.

L'appareil sémaphorique se compose, ainsi que l'indiquent les figures 801 des planches, d'un mât vertical en sapin et de trois ailes étagées les unes au-dessus des autres, mobiles autour du point milieu de leur longueur, qui est fixé sur le mât. Ces ailes sont mises en mouvement à l'aide de poulies et de cordes manœuvrées d'en bas. Les combinaisons et dispositions diverses de ces ailes forment le vocabulaire de la langue sémaphorique. Figures 801 des planches.

A côté de chaque appareil est une cabane en maçonnerie ou en bois qui sert de logement au guetteur de signaux, lequel, par des lunettes d'approche, observe les mouvements des deux postes entre lesquels le sien se trouve intercalé.

Le tableau ci-annexé et l'explication qui le suit font ressortir plus clairement encore les analogies des sémaphores avec les télégraphes ordinaires.

---

# APPENDICE N° 1.

*Méthodes de calcul des longueurs d'arcs de courbes ; et tables pour les arcs circulaires et les périmètres de demi-ellipse.*

Quelques souscripteurs ayant émis l'avis qu'il serait utile de reproduire les règles d'après lesquelles on peut calculer par approximation la longueur d'un arc dans une courbe déterminée, on relate ci-dessous la méthode indiquée par l'illustre Legendre, à la fin du tome 2 de son grand ouvrage sur les fonctions elliptiques.

Soit l'arc AG$m$=$s$, l'axe A$x$ des abcisses qu'on peut prendre arbitrairement étant perpendiculaire en A à l'arc AG$m$, Figures 802 de la planche 18?.

Le point $c$ est le centre fixe des rayons vecteurs C$z$=$p$, abaissés de ce point perpendiculairement aux diverses tangentes $mz$T de la courbe. Dans l'ellipse et les courbes ovales divisibles en quatre parties égales et semblables, par deux axes rectangulaires entre eux et à la courbe; le point $c$ serait le point d'intersection de ces deux axes. L'angle T$mp$ formé par les tangentes aux points $m$ de la courbe avec les ordonnées $mp$ est désigné par la lettre $\mu$.

On peut considérer $p$ comme une fonction de l'angle $\mu$, ou des lignes trigonométriques qui le déterminent, et l'équation de la courbe est en général $p$=F ($\mu$).

Cela posé, l'expression générale de l'arc $s$ sera :

$$(1)\dots\; s=\int p d\mu+\frac{dp}{d\mu}.$$

et pour une longueur déterminée $s$, comprise entre le point A et un point $m$

pour lequel $\mu$ devient $\theta$ ; il faudra prendre l'intégrale $\int p d\mu$ entre $\mu=0$ et $\mu=\theta$, et substituer $\theta$ à $\mu$ dans l'expression différentielle $\frac{dp}{d\mu}$ tirée de l'équation de la courbe.

La valeur approchée de l'intégrale $\int p d\mu$ sera donnée par l'une ou l'autre des valeurs $\theta M$ ou $\theta N$, ou par leur moyenne.

M étant la moyenne entre les $n$ quantités suivantes ($n$ étant un nombre entier choisi arbitrairement, mais dont la grandeur déterminera le degré d'approximation du résultat).

$$\frac{1}{2}(F_0+F\theta), \quad F\frac{\theta}{n}, \quad F\frac{2\theta}{n} \ldots F\frac{(n-1)\theta}{n}$$

et N la moyenne entre les $n$ quantités.

$$F\frac{2\theta}{n}, \quad F\frac{3\theta}{n}, \quad F\frac{5\theta}{n} \ldots F\frac{(2n-1)\theta}{2n}$$

c'est-à-dire entre les valeurs que prend la fonction $p=F(\mu)$, lorsqu'on y fait $\mu=0$, $\mu=\theta$ $\mu=\frac{\theta}{n} \ldots \mu=\frac{(n-1)\theta}{n}$ ; ou $\mu=\frac{2\theta}{n}$, $\mu=\frac{3\theta}{n} \ldots \mu=\frac{(2n-1)\theta}{2n}$.

Le deuxième terme $\frac{dp}{d\mu}$ de l'équation (1) serait, dans le cas où l'on prendrait $\theta M$ pour valeur approchée de l'intégral $\int p d\mu$.

$$\frac{dF}{d\theta} - \frac{\left(\frac{\theta}{n}\right)^2}{12}\frac{dF}{d\theta} + \frac{\left(\frac{\theta}{n}\right)^4}{720}\left(\frac{d^3F}{d\theta^3} - \frac{d^3F_0}{d\mu_0^3}\right)$$

dans le cas où l'on prendrait $\theta N$ pour valeur approchée de l'intégrale précitée, le terme $\frac{dp}{d\mu}$ serait :

$$\frac{dF}{d\theta} + \frac{\left(\frac{\theta}{n}\right)^2}{24}\frac{dF}{d\theta} - \frac{7\left(\frac{\theta}{n}\right)^4}{5760}\left(\frac{d^3F}{d\theta^3}\right) - \left(\frac{d^3F_0}{d\mu_0^3}\right),$$

En sorte que la longeur de l'arc $s$, comprise entre $\mu=0$, et $\mu=\theta$, est donnée par l'une des expressions suivantes ou par leur moyenne.

$$
2.\begin{cases} S_1 = \theta M + \dfrac{dF}{d\theta} - \dfrac{\left(\dfrac{\theta}{n}\right)^2}{12}\dfrac{dF}{d\theta} + \dfrac{\left(\dfrac{\theta}{n}\right)^4}{720}\left(\dfrac{d^3F}{d\theta^3} - \dfrac{d^3F_0}{d\mu^3_0}\right) \\ S_1 = \theta N + \dfrac{dF}{d\theta} + \dfrac{\left(\dfrac{\theta}{n}\right)^2}{24}\dfrac{dF}{d\theta} - \dfrac{7\left(\dfrac{\theta}{n}\right)^4}{5760}\left(\dfrac{d^3F}{d\theta^3} - \dfrac{d^3F_0}{d\mu_0^3}\right) \end{cases}
$$

Si l'on a $\frac{dF}{d\theta} = 0$ , c'est-à-dire si le rayon vecteur C$z$ *tombe en m*, condition qu'on peut toujours satisfaire en prenant pour le point fixe $c$ , le point d'intersection de deux perpendiculaires, élevées aux extrémités A et $m$ de l'arc A$m$ , les formules (2) se simplifient et deviennent :

$$
3.\begin{cases} S_1 = \theta M + \dfrac{\left(\dfrac{\theta}{n}\right)^4}{720}\left(\dfrac{d^3F}{d^3\theta} - \dfrac{d^3F_0}{d\mu_0^3}\right) \\ S_1 = N + \dfrac{\left(\dfrac{\theta}{n}\right)^4}{5760}\left(\dfrac{d^3F}{d^3\theta} - \dfrac{d^3F_0}{d\mu_0^3}\right) \end{cases}
$$

Dans l'ellipse et les courbes ovales analogues, en faisant $\theta = \frac{1}{2}\pi$ ( $\pi$ étant la demi-circonférence, dont le rayon est 1 les expressions (3) se réduisent à:

$$
4.\begin{cases} S_1 = \frac{\pi}{2} M \\ S_1 = \frac{\pi}{2} N \end{cases}
$$

pour la longueur du quart de la courbe formant *secteur*.

Ainsi le calcul donnerait immédiatement pour les quantités M et N , le rayon du cercle dont la circonférence serait égale en longueur à l'arc cherché du *secteur*.

Il ne s'agirait, dans chaque cas, que de chercher la fonction $p = F\mu$, qui représente la perpendiculaire menée du centre des rayons vecteurs sur la tangente au point où l'angle que fait cette tangente avec l'axe des coordonnées est $\mu$. Avec cette fonction on formerait les $n$ quantités, dont les moyennes désignées ci-dessus par M ou N seraient la valeur du rayon cherché.

Legendre fait remarquer: que le résultat pour les courbes ovales composées de quatre secteurs à angle droit, égaux entre eux et placés symétriquement

tour des axes communs, s'étend à une infinité d'autres courbes composées d'un même secteur qui se répète un certain nombre de fois dans des positions *alternatives*. Car, soit $\theta$ l'angle de ce secteur; si $\theta$ est commensurable avec l'angle droit, la courbe rentrera sur elle-même après une ou plusieurs révolutions autour du centre commun de tous les secteurs. Dans tous les cas, l'arc de la courbe qui termine le secteur dont l'angle est $\theta$, a pour valeur la quantité $\theta M$ ou $\theta N$, c'est-à-dire qu'il est égal en longueur à l'arc d'un secteur circulaire dont l'angle est $\theta$, et qui a pour rayon la valeur de M et de N.

Pour une ellipse dont le *module comparé au cercle* était $c=0{,}60=\sin$ (36°67), et dont le complément à $90^{g}$ était :

$$b=\sqrt{1-(0{,}60)^2}=0{,}80.$$

Legendre a obtenu, en ne faisant $n$ qu'égal à 2.

$$M=1{,}11465763$$
$$N=1{,}11447136$$

et en faisant $n$ égal à 4, l'approximation plus grande

$$M'=1{,}11456449$$
$$N'=1{,}11456447.$$

On présente à la suite trois tables. Les deux premières, calculées en Angleterre, expriment les longueurs en mesures linéaires d'arcs circulaires et de demi ellipses dont la base et la flèche sont connues, en mesures linéaires de même espèce. La troisième table, communiquée par M. Saint-Guihem, Ingénieur des ponts et chaussées, détermine les périmètres des ellipses au moyen du grand axe et de la distance des foyers ou du petit axe.

# TABLES ANGLAISES.

TABLE N° 1. — *Des longueurs* l *en mesures linéaires d'arcs circulaires dont la base* b *et la flèche* f *sont connues en mesures linéaires de même espèce.*

| | Valeurs correspondantes de f/b qu'il faut multiplier par b pour obtenir l | Valeurs données de f/b. | Valeurs correspondantes de f/b qu'il faut multiplier par b pour obtenir l. | Valeurs données de f/b. | Valeurs correspondantes de f/b qu'il faut multiplier par b pour obtenir l. | Valeurs données de f/b. | Valeurs correspondantes de f/b qu'il faut multiplier par b pour obtenir l. | Valeurs données de f/b. | Valeurs correspondantes de f/b qu'il faut multiplier par b pour obtenir l. | Valeurs données de f/b. | Valeurs correspondantes de f/b qu'il faut multiplier par b pour obtenir l. | Valeurs données de f/b. | Valeurs correspondantes de f/b qu'il faut multiplier par b pour obtenir l. | Valeurs données de f/b. | Valeurs correspondantes de f/b qu'il faut multiplier par b pour obtenir l. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 1,02645 | 0,150 | 1,05896 | 0,200 | 1,10348 | 0,250 | 1,15912 | 0,300 | 1.22495 | 0,350 | 1,29997 | 0,400 | 1,38322 | 0,450 | 1,47377 |
| 01 | 1,02698 | 0,151 | 1,05973 | 0,201 | 1,10447 | 0,251 | 1,16033 | 0.301 | 1,22635 | 0,351 | 1,30156 | 0,401 | 1,38496 | 0,451 | 1,47565 |
| 02 | 1,02752 | 0,152 | 1,06051 | 0,202 | 1,10548 | 0,252 | 1,16157 | 0,302 | 1,22776 | 0,352 | 1,30315 | 0,402 | 1,38671 | 0,452 | 1,47753 |
| 03 | 1,02806 | 0,153 | 1,06130 | 0,203 | 1,10650 | 0,253 | 1,16279 | 0,303 | 1,22918 | 0,353 | 1,30474 | 0,403 | 1,38846 | 0,453 | 1,47942 |
| 04 | 1,02860 | 0,154 | 1,06209 | 0,204 | 1,10752 | 0,254 | 1,16402 | 0,304 | 1,23061 | 0,354 | 1.30634 | 0,404 | 1,39021 | 0,454 | 1,48131 |
| 05 | 1,02914 | 0,155 | 1,06288 | 0,205 | 1,10855 | 0,255 | 1,16526 | 0,305 | 1,23205 | 0.355 | 1,30794 | 0,405 | 1,39196 | 0,455 | 1,48320 |
| 06 | 1,02970 | 0,156 | 1,06368 | 0,206 | 1,10958 | 0,256 | 1,16649 | 0,306 | 1,23349 | 0,356 | 1,30954 | 0,406 | 1,39372 | 0,456 | 1,48509 |
| 07 | 1,03026 | 0,157 | 1,06449 | 0,207 | 1,11062 | 0,257 | 1,16774 | 0,307 | 1,23491 | 0.357 | 1,31415 | 0,407 | 1,39548 | 0,457 | 1,48699 |
| 08 | 1,03082 | 0,158 | 1,06530 | 0,208 | 1,11165 | 0,258 | 1,16899 | 0,308 | 1,23636 | 0.358 | 1,31276 | 0.408 | 1,39724 | 0.458 | 1,48889 |
| 09 | 1,03139 | 0,159 | 1,06611 | 0,209 | 1,11269 | 0,259 | 1,17024 | 0,309 | 1,23780 | 0,359 | 1,31437 | 0.409 | 1,39900 | 0,459 | 1,49079 |
| 0 | 1,03196 | 0,160 | 1,06693 | 0,210 | 1,11374 | 0,260 | 1.17150 | 0,310 | 1,23925 | 0.360 | 1,31599 | 0,410 | 1,40077 | 0,460 | 1,49269 |
| 1 | 1,03254 | 0,161 | 1,06775 | 0,211 | 1,11479 | 0,261 | 1.17275 | 0,311 | 1,24070 | 0,361 | 1,31761 | 0,411 | 1,40254 | 0,461 | 1,49460 |
| 2 | 1,03312 | 0,162 | 1,06858 | 0,212 | 1,11584 | 0,262 | 1,17401 | 0.312 | 1,24216 | 0,362 | 1,31923 | 0.412 | 1,40432 | 0,462 | 1,49651 |
| 3 | 1,03371 | 0,163 | 1,06941 | 0,213 | 1,11692 | 0,263 | 1,17527 | 0,313 | 1,24360 | 0,363 | 1,32086 | 0,413 | 1,40610 | 0,463 | 1,49842 |
| 4 | 1.03430 | 0,164 | 1,07025 | 0,214 | 1,11796 | 0,264 | 1,17655 | 0,314 | 1,24506 | 0,364 | 1,32249 | 0,414 | 1,40788 | 0.464 | 1,50033 |
| 5 | 1,03490 | 0.165 | 1,07109 | 0,215 | 1,11904 | 0,265 | 1,17784 | 0.315 | 1,24654 | 0,365 | 1,32413 | 0,415 | 1,40966 | 0.465 | 1,50224 |
| 6 | 1,03551 | 0,166 | 1,07194 | 0,216 | 1,12011 | 0,266 | 1,17912 | 0,316 | 1,24801 | 0,366 | 1.32577 | 0.416 | 1,41145 | 0.466 | 1,50416 |
| 7 | 1,03611 | 0,167 | 1,07279 | 0,217 | 1,12118 | 0,267 | 1,18040 | 0,317 | 1,24946 | 0,367 | 1,32741 | 0,417 | 1.41324 | 0,467 | 1,50608 |
| 8 | 1,03672 | 0,168 | 1,07365 | 0,218 | 1,12225 | 0,268 | 1,18162 | 0.318 | 1,25095 | 0,368 | 1,32905 | 0.418 | 1,41503 | 0,468 | 1,50800 |
| 9 | 1,03734 | 0,169 | 1,07451 | 0,219 | 1,12334 | 0,269 | 1,18294 | 0,319 | 1,25243 | 0,369 | 1,33069 | 0,419 | 1.41682 | 0.469 | 1.50992 |
| 20 | 1,03797 | 0,170 | 1,07537 | 0,220 | 1,12445 | 0,270 | 1,18428 | 0.320 | 1,25391 | 0,370 | 1.33234 | 0,420 | 1.41861 | 0.470 | 1,51185 |
| 21 | 1,03860 | 0,171 | 1,07624 | 0,221 | 1,12556 | 0,271 | 1,18557 | 0,321 | 1,25539 | 0,371 | 1,33399 | 0,421 | 1,42041 | 0.471 | 1,51378 |
| 22 | 1,03923 | 0,172 | 1,07711 | 0,222 | 1,12663 | 0,272 | 1,18688 | 0.322 | 1,25686 | 0,372 | 1,33564 | 0,422 | 1,42222 | 0.472 | 1,51571 |
| 23 | 1,03987 | 0,173 | 1,07799 | 0,223 | 1,12774 | 0,273 | 1,18819 | 0,323 | 1,25836 | 0,373 | 1,33730 | 0,423 | 1,42402 | 0.473 | 1,51764 |
| 24 | 1,04051 | 0,174 | 1,07888 | 0,224 | 1,12885 | 0,274 | 1,18969 | 0,324 | 1,25987 | 0,374 | 1,33896 | 0,424 | 1,42582 | 0.474 | 1,51958 |
| 25 | 1,04116 | 0,175 | 1,07977 | 0,225 | 1,12997 | 0,275 | 1,19082 | 0,325 | 1,26137 | 0,375 | 1.34063 | 0,425 | 1,42764 | 0.475 | 1,52152 |
| 26 | 1,04181 | 0,176 | 1,08066 | 0,226 | 1,13108 | 0,276 | 1,19214 | 0,326 | 1,26286 | 0.376 | 1.34229 | 0,426 | 1,42945 | 0.476 | 1,52346 |
| 27 | 1,04247 | 0,177 | 1,08156 | 0,227 | 1,13219 | 0,277 | 1,19345 | 0,327 | 1,26437 | 0,377 | 1,34396 | 0,427 | 1,43127 | 0,477 | 1,52541 |
| 28 | 1,04313 | 0,178 | 1,08246 | 0,228 | 1,13331 | 0,278 | 1.19477 | 0,328 | 1,26588 | 0,378 | 1,34563 | 0,428 | 1,43309 | 0,478 | 1,52736 |
| 29 | 1,04380 | 0,179 | 1,08337 | 0,229 | 1,13444 | 0,279 | 1,19610 | 0,329 | 1,26740 | 0,379 | 1,34731 | 0,429 | 1,43491 | 0,479 | 1,52931 |
| 30 | 1,04447 | 0,180 | 1,08428 | 0,230 | 1,13557 | 0,280 | 1,19743 | 0,330 | 1,26892 | 0,380 | 1,34899 | 0,430 | 1,43673 | 0.480 | 1,53126 |
| 31 | 1,04515 | 0,181 | 1,08519 | 0,231 | 1,13671 | 0,281 | 1,19887 | 0,331 | 1,27044 | 0,381 | 1,35008 | 0,431 | 1,43856 | 0,481 | 1,53322 |
| 32 | 1,04584 | 0,182 | 1,08611 | 0,232 | 1,13786 | 0,282 | 1.20011 | 0,332 | 1,27196 | 0,382 | 1,35237 | 0,432 | 1,44039 | 0,482 | 1,53518 |
| 33 | 1,04652 | 0,183 | 1,08704 | 0,233 | 1,13903 | 0,283 | 1.20146 | 0,333 | 1,27349 | 0,383 | 1,35406 | 0,433 | 1,44222 | 0,483 | 1,53714 |
| 34 | 1,04722 | 0,184 | 1,08797 | 0,234 | 1,14020 | 0,284 | 1.20282 | 0,334 | 1,27502 | 0,384 | 1,35575 | 0,434 | 1,44405 | 0,484 | 1,53910 |
| 35 | 1,04792 | 0,185 | 1,08890 | 0,235 | 1,14136 | 0,285 | 1,20419 | 0,335 | 1,27656 | 0,385 | 1,35744 | 0,435 | 1,44589 | 0.485 | 1,54106 |
| 36 | 1,04862 | 0,186 | 1,08984 | 0,236 | 1,14247 | 0,286 | 1,20558 | 0,336 | 1,27810 | 0,386 | 1,35914 | 0,436 | 1,44773 | 0,486 | 1,54302 |
| 37 | 1,04932 | 0,187 | 1,09079 | 0,237 | 1,14363 | 0,287 | 1,20696 | 0,337 | 1,27864 | 0,387 | 1,36084 | 0,437 | 1,44957 | 0.487 | 1,54499 |
| 38 | 1,05003 | 0,188 | 1,09174 | 0,238 | 1,14480 | 0,288 | 1,20828 | 0,338 | 1,28118 | 0,388 | 1,36254 | 0,438 | 1,45142 | 0,488 | 1,54696 |
| 39 | 1,05075 | 0,189 | 1,09269 | 0,239 | 1,14597 | 0,289 | 1,20967 | 0,339 | 1,28273 | 0,389 | 1,36425 | 0,439 | 1,45327 | 0.489 | 1,54893 |
| 40 | 1,05147 | 0,190 | 1,09365 | 0,240 | 1,14714 | 0,290 | 1,21202 | 0,340 | 1,28428 | 0,390 | 1,36596 | 0,440 | 1,45512 | 0.490 | 1,55090 |
| 41 | 1,05220 | 0,191 | 1,09461 | 0,241 | 1,14831 | 0,291 | 1,21230 | 0,341 | 1,28589 | 0,391 | 1,36767 | 0,441 | 1,45697 | 0,491 | 1,55288 |
| 42 | 1,05293 | 0,192 | 1,09557 | 0,242 | 1,14949 | 0,292 | 1,21381 | 0,342 | 1,28739 | 0,392 | 1,36939 | 0,442 | 1,45883 | 0,492 | 1,55486 |
| 43 | 1,05367 | 0,193 | 1,09654 | 0,243 | 1,15067 | 0,293 | 1,21520 | 0,343 | 1,28895 | 0,393 | 1,37111 | 0,443 | 1,46069 | 0,493 | 1,55685 |
| 44 | 1,05441 | 0,194 | 1,09752 | 0,244 | 1,15186 | 0,294 | 1,21658 | 0,344 | 1,29052 | 0,394 | 1,37283 | 0,444 | 1,46255 | 0,494 | 1,55884 |
| 45 | 1,05516 | 0,195 | 1,09850 | 0,245 | 1,15308 | 0,295 | 1,21794 | 0,345 | 1,29209 | 0,395 | 1,37455 | 0,445 | 1,46441 | 0,495 | 1,56083 |
| 46 | 1,05591 | 0,196 | 1,09949 | 0,246 | 1,15429 | 0,296 | 1,21926 | 0,346 | 1,29366 | 0,396 | 1,37628 | 0,446 | 1,46628 | 0.496 | 1,56282 |
| 47 | 1,05667 | 0,197 | 1,10048 | 0,247 | 1,15549 | 0,297 | 1,22061 | 0,347 | 1,29523 | 0,397 | 1,37805 | 0,447 | 1,46815 | 0,497 | 1,56481 |
| 48 | 1,05743 | 0,198 | 1,10147 | 0,248 | 1,15670 | 0,298 | 1,22203 | 0,348 | 1,29681 | 0,398 | 1,37974 | 0,448 | 1,47002 | 0,498 | 1,56680 |
| 49 | 1,05819 | 0,199 | 1,10247 | 0,249 | 1,15791 | 0,299 | 1,22347 | 0,349 | 1,29839 | 0,399 | 1,38148 | 0,449 | 1,47189 | 0,499 | 1,56879 |
| | | | | | | | | | | | | | | 0,500 | 1,57079 |

**TABLE N° 2. — *Des longueurs* l *en mesures linéaires des arcs de demi-ellipse dont la base* b *et la flèche* f *sont do[nnées]* *en mesures linéaires pareilles.***

| Valeurs données de f/b. | Valeurs correspondantes de l/b qu'il faut multiplier par b pour avoir les longueurs l cherchées. | Valeurs données de f/b. | Valeurs correspondantes de l/b qu'il faut multiplier par b pour avoir les longueurs l cherchées. | Valeurs données de f/b. | Valeurs correspondantes de l/b qu'il faut multiplier par b pour avoir les longueurs l cherchées. | Valeurs données de f/b. | Valeurs correspondantes de l/b qu'il faut multiplier par b pour avoir les longueurs l cherchées. | Valeurs données de f/b. | Valeurs correspondantes de l/b qu'il faut multiplier par b pour avoir les longueurs l cherchées. | Valeurs données de f/b. | Valeurs correspondantes de l/b qu'il faut multiplier par b pour avoir les longueurs l cherchées. | Valeurs données de f/b. | Valeurs correspondantes de l/b qu'il faut multiplier par b pour avoir les longueurs l cherchées. | Valeurs données de f/b. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,100 | 1,04162 | 0,136 | 1,10002 | 0,212 | 1,16436 | 0,268 | 1,23445 | 0,324 | 1,30924 | 0,380 | 1,38879 | 0,436 | 1,47174 | 0,492 |
| 0,101 | 1,04262 | 0,157 | 1,10113 | 0,213 | 1,16557 | 0,269 | 1,23575 | 0,325 | 1,31061 | 0,381 | 1,39024 | 0,437 | 1,47326 | 0,493 |
| 0,102 | 1,04362 | 0,158 | 1,10224 | 0,214 | 1,16678 | 0,270 | 1,23705 | 0,326 | 1,31198 | 0,382 | 1,39169 | 0,438 | 1,47478 | 0,494 |
| 0,103 | 1,04462 | 0,159 | 1,10335 | 0,215 | 1,16799 | 0,271 | 1,23835 | 0,327 | 1,31335 | 0,383 | 1,39314 | 0,439 | 1,47630 | 0,495 |
| 0,104 | 1,04562 | 0,160 | 1,10447 | 0,216 | 1,16920 | 0,272 | 1,23966 | 0,328 | 1,31472 | 0,384 | 1,39459 | 0,440 | 1,47782 | 0,496 |
| 0,105 | 1,04662 | 0,161 | 1,10560 | 0,217 | 1,17041 | 0,273 | 1,24097 | 0,329 | 1,31610 | 0,385 | 1,39605 | 0,441 | 1,47934 | 0,497 |
| 0,106 | 1,04762 | 0,162 | 1,10672 | 0,218 | 1,17163 | 0,274 | 1,24228 | 0,330 | 1,31748 | 0,386 | 1,39751 | 0,442 | 1,48086 | 0,498 |
| 0,107 | 1,04862 | 0,163 | 1,10784 | 0,219 | 1,17285 | 0,275 | 1,24359 | 0,331 | 1,31886 | 0,387 | 1,39897 | 0,443 | 1,48238 | 0,499 |
| 0,108 | 1,04962 | 0,164 | 1,10896 | 0,220 | 1,17407 | 0,276 | 1,24480 | 0,332 | 1,32024 | 0,388 | 1,40043 | 0,444 | 1,48391 | 0,500 |
| 0,109 | 1,05063 | 0,165 | 1,11008 | 0,221 | 1,17529 | 0,277 | 1,24612 | 0,333 | 1,32162 | 0,389 | 1,40189 | 0,445 | 1,48544 | 0,501 |
| 0,110 | 1,05164 | 0,166 | 1,11120 | 0,222 | 1,17651 | 0,278 | 1,24714 | 0,334 | 1,32300 | 0,390 | 1,40335 | 0,446 | 1,48697 | 0,502 |
| 0,111 | 1,05265 | 0,167 | 1,11232 | 0,223 | 1,17774 | 0,279 | 1,24876 | 0,335 | 1,32438 | 0,391 | 1,40481 | 0,447 | 1,48850 | 0,503 |
| 0,112 | 1,05366 | 0,168 | 1,11344 | 0,224 | 1,17897 | 0,280 | 1,25010 | 0,336 | 1,32576 | 0,392 | 1,40627 | 0,448 | 1,49003 | 0,504 |
| 0,113 | 1,05467 | 0,169 | 1,11456 | 0,225 | 1,18020 | 0,281 | 1,25142 | 0,337 | 1,32715 | 0,393 | 1,40773 | 0,449 | 1,49157 | 0,505 |
| 0,114 | 1,05568 | 0,170 | 1,11509 | 0,226 | 1,18143 | 0,282 | 1,25274 | 0,338 | 1,32854 | 0,394 | 1,40919 | 0,450 | 1,49311 | 0,506 |
| 0,115 | 1,05669 | 0,171 | 1,11682 | 0,227 | 1,18266 | 0,283 | 1,25406 | 0,339 | 1,32993 | 0,395 | 1,41065 | 0,451 | 1,49465 | 0,507 |
| 0,116 | 1,05770 | 0,172 | 1,14795 | 0,228 | 1,18390 | 0,284 | 1,25538 | 0,340 | 1,33132 | 0,396 | 1,41211 | 0,452 | 1,49618 | 0,508 |
| 0,117 | 1,05872 | 0,173 | 1,14908 | 0,229 | 1,18514 | 0,285 | 1,25670 | 0,341 | 1,33272 | 0,397 | 1,41357 | 0,453 | 1,49771 | 0,509 |
| 0,118 | 1,05974 | 0,174 | 1,12021 | 0,230 | 1,14638 | 0,286 | 1,25813 | 0,342 | 1,33412 | 0,398 | 1,41504 | 0,454 | 1,49924 | 0,51 |
| 0,119 | 1,06076 | 0,175 | 1,12134 | 0,231 | 1,18762 | 0,287 | 1,25936 | 0,343 | 1,33552 | 0,399 | 1,41651 | 0,455 | 1,50077 | 0,51 |
| 0,120 | 1,06178 | 0,176 | 1,12247 | 0,232 | 1,18886 | 0,288 | 1,26009 | 0,344 | 1,33692 | 0,400 | 1,41798 | 0,456 | 1,50230 | 0,51 |
| 0,121 | 1,06280 | 0,177 | 1,12360 | 0,233 | 1,19010 | 0,289 | 1,26202 | 0,345 | 1,33833 | 0,401 | 1,41945 | 0,457 | 1,50383 | 0,51 |
| 0,122 | 1,06382 | 0,178 | 1,12473 | 0,234 | 1,19134 | 0,290 | 1,26335 | 0,346 | 1,33974 | 0,402 | 1,42092 | 0,458 | 1,50536 | 0,51 |
| 0,123 | 1,06484 | 0,179 | 1,12586 | 0,235 | 1,19258 | 0,291 | 1,26468 | 0,347 | 1,34115 | 0,403 | 1,42239 | 0,459 | 1,50689 | 0,51 |
| 0,124 | 1,06586 | 0,180 | 1,12699 | 0,236 | 1,19282 | 0,292 | 1,26601 | 0,348 | 1,34256 | 0,404 | 1,42386 | 0,460 | 1,50842 | 0,51 |
| 0,125 | 1,06689 | 0,181 | 1,12813 | 0,237 | 1,19506 | 0,293 | 1,26734 | 0,349 | 1,34397 | 0,405 | 1,42533 | 0,461 | 1,50996 | 0,51 |
| 0,126 | 1,06762 | 0,182 | 1,12927 | 0,238 | 1,19630 | 0,294 | 1,26867 | 0,350 | 1,34539 | 0,406 | 1,42681 | 0,462 | 1,51150 | 0,51 |
| 0,127 | 1,06865 | 0,183 | 1,13041 | 0,239 | 1,19755 | 0,295 | 1,27000 | 0,351 | 1,34681 | 0,407 | 1,42829 | 0,463 | 1,51304 | 0,51 |
| 0,128 | 1,06968 | 0,184 | 1,13155 | 0,240 | 1,19880 | 0,296 | 1,27133 | 0,352 | 1,34823 | 0,408 | 1,42977 | 0,464 | 1,51458 | 0,52 |
| 0,129 | 1,07001 | 0,185 | 1,13269 | 0,241 | 1,20005 | 0,297 | 1,27267 | 0,353 | 1,34965 | 0,409 | 1,43125 | 0,465 | 1,51612 | 0,52 |
| 0,130 | 1,07204 | 0,186 | 1,13383 | 0,242 | 1,20130 | 0,298 | 1,27401 | 0,354 | 1,35108 | 0,410 | 1,43273 | 0,466 | 1,51766 | 0,52 |
| 0,131 | 1,07308 | 0,187 | 1,13497 | 0,243 | 1,20255 | 0,299 | 1,27535 | 0,355 | 1,35251 | 0,411 | 1,43421 | 0,467 | 1,51920 | 0,52 |
| 0,132 | 1,07412 | 0,188 | 1,13611 | 0,244 | 1,20380 | 0,300 | 1,27669 | 0,356 | 1,35394 | 0,412 | 1,43569 | 0,468 | 1,52074 | 0,52 |
| 0,133 | 1,07516 | 0,189 | 1,13726 | 0,245 | 1,20506 | 0,301 | 1,27803 | 0,357 | 1,35537 | 0,413 | 1,43718 | 0,469 | 1,52229 | 0,52 |
| 0,134 | 1,07621 | 0,190 | 1,13841 | 0,246 | 1,20632 | 0,302 | 1,27937 | 0,358 | 1,35680 | 0,414 | 1,43867 | 0,470 | 1,52384 | 0,52 |
| 0,135 | 1,07726 | 0,191 | 1,13956 | 0,247 | 1,20758 | 0,303 | 1,28071 | 0,359 | 1,35823 | 0,415 | 1,44016 | 0,471 | 1,52539 | 0,52 |
| 0,136 | 1,07831 | 0,192 | 1,14071 | 0,248 | 1,20884 | 0,304 | 1,28205 | 0,360 | 1,35967 | 0,416 | 1,44165 | 0,472 | 1,52691 | 0,52 |
| 0,137 | 1,07937 | 0,193 | 1,14186 | 0,249 | 1,21010 | 0,305 | 1,28339 | 0,361 | 1,36111 | 0,417 | 1,44314 | 0,473 | 1,52849 | 0,52 |
| 0,138 | 1,08043 | 0,194 | 1,14301 | 0,250 | 1,21136 | 0,306 | 1,28474 | 0,362 | 1,36255 | 0,418 | 1,44463 | 0,474 | 1,53004 | 0,53 |
| 0,139 | 1,08149 | 0,195 | 1,14416 | 0,251 | 1,21263 | 0,307 | 1,28609 | 0,363 | 1,36399 | 0,419 | 1,44613 | 0,475 | 1,53159 | 0,53 |
| 0,140 | 1,08255 | 0,196 | 1,14531 | 0,252 | 1,21390 | 0,308 | 1,28744 | 0,364 | 1,36543 | 0,420 | 1,44763 | 0,476 | 1,53314 | 0,53 |
| 0,141 | 1,08362 | 0,197 | 1,14646 | 0,253 | 1,21517 | 0,309 | 1,28879 | 0,365 | 1,36688 | 0,421 | 1,44913 | 0,477 | 1,53469 | 0,53 |
| 0,142 | 1,08469 | 0,198 | 1,14762 | 0,254 | 1,21644 | 0,310 | 1,29014 | 0,366 | 1,36833 | 0,422 | 1,45064 | 0,478 | 1,53625 | 0,53 |
| 0,143 | 1,08576 | 0,199 | 1,14888 | 0,255 | 1,21772 | 0,311 | 1,29149 | 0,367 | 1,36978 | 0,423 | 1,45214 | 0,479 | 1,53781 | 0,53 |
| 0,144 | 1,08684 | 0,200 | 1,15014 | 0,256 | 1,21900 | 0,312 | 1,29285 | 0,368 | 1,37123 | 0,424 | 1,45364 | 0,480 | 1,53937 | 0,53 |
| 0,145 | 1,08792 | 0,201 | 1,15131 | 0,257 | 1,22028 | 0,313 | 1,29421 | 0,369 | 1,37268 | 0,425 | 1,45515 | 0,481 | 1,54093 | 0,53 |
| 0,146 | 1,08901 | 0,202 | 1,15248 | 0,258 | 1,22156 | 0,314 | 1,29557 | 0,370 | 1,37414 | 0,426 | 1,45665 | 0,482 | 1,54249 | 0,53 |
| 0,147 | 1,09010 | 0,203 | 1,15366 | 0,259 | 1,22284 | 0,315 | 1,29603 | 0,371 | 1,37662 | 0,427 | 1,45813 | 0,483 | 1,54405 | 0,53 |
| 0,148 | 1,09119 | 0,204 | 1,15484 | 0,260 | 1,22412 | 0,316 | 1,29820 | 0,372 | 1,37708 | 0,428 | 1,45966 | 0,484 | 1,54561 | 0,54 |
| 0,149 | 1,09228 | 0,205 | 1,15602 | 0,261 | 1,22541 | 0,317 | 1,29905 | 0,373 | 1,37854 | 0,429 | 1,46167 | 0,485 | 1,54718 | 0,54 |
| 0,150 | 1,09330 | 0,206 | 1,15720 | 0,262 | 1,2267[illegible] | 0,318 | 1,30102 | 0,374 | 1,38000 | 0,430 | 1,46268 | 0,486 | 1,54875 | 0,54 |
| 0,151 | 1,09448 | 0,207 | 1,15838 | 0,263 | 1,2270[illegible] | 0,319 | 1,30239 | 0,375 | 1,38146 | 0,431 | 1,46419 | 0,487 | 1,55032 | 0,54 |
| 0,152 | 1,09558 | 0,208 | 1,15957 | 0,264 | 1,2292[illegible] | 0,320 | 1,30376 | 0,376 | 1,38292 | 0,432 | 1,46570 | 0,488 | 1,55189 | 0,54 |
| 0,153 | 1,09669 | 0,209 | 1,16076 | 0,265 | 1,23057 | 0,321 | 1,30513 | 0,377 | 1,38439 | 0,433 | 1,46721 | 0,489 | 1,55346 | 0,54 |
| 0,154 | 1,09780 | 0,210 | 1,16196 | 0,266 | 1,23186 | 0,322 | 1,30658 | 0,378 | 1,38585 | 0,434 | 1,46872 | 0,490 | 1,55503 | 0,54 |
| 0,155 | 1,09891 | 0,211 | 1,16316 | 0,267 | 1,23315 | 0,323 | 1,30787 | 0,379 | 1,38732 | 0,435 | 1,47023 | 0,491 | 1,55660 | 0,54 |

*Suite de la Table n° 2.*

| | Valeurs correspondantes de l/b qu'il faut multiplier par b pour avoir les longueurs l cherchées. | Valeurs données de f/b. | Valeurs correspondantes de l/b qu'il faut multiplier par b pour avoir les longueurs l cherchées. | Valeurs données de f/b. | Valeurs correspondantes de l/b qu'il faut multiplier par b pour avoir les longueurs l cherchées. | Valeurs données de f/b. | Valeurs correspondantes de l/b qu'il faut multiplier par b pour avoir les longueurs l cherchées. | Valeurs données de f/b. | Valeurs correspondantes de l/b qu'il faut multiplier par b pour avoir les longueurs l cherchées. | Valeurs données de f/b. | Valeurs correspondantes de l/b qu'il faut multiplier par b pour avoir les longueurs l cherchées. | Valeurs données de f/b. | Valeurs correspondantes de l/b qu'il faut multiplier par b pour avoir les longueurs l cherchées. | Valeurs données de f/b. | Valeurs correspondantes de l/b qu'il faut multiplier par b pour avoir les longueurs l cherchées. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 1,64565 | 0,605 | 1,73638 | 0,662 | 1,82911 | 0 719 | 1,92363 | 0,776 | 2.02045 | 0,833 | 2,12015 | 0,889 | 2,22120 | 0.945 | 2,32411 |
| 9 | 1,64722 | 0,606 | 1,73799 | 0,663 | 1,83075 | 0,720 | 1,92531 | 0,777 | 2,02217 | 0,834 | 2,12193 | 0,890 | 2.22303 | 0,946 | 2,32598 |
| 0 | 1,64879 | 0,607 | 1,73960 | 0,664 | 1,83240 | 0,721 | 1,92700 | 0,778 | 2.02389 | 0,835 | 2,12371 | 0,891 | 2,22486 | 0,947 | 2,32785 |
| 1 | 1,65036 | 0,608 | 1,74131 | 0.665 | 1,83404 | 0,722 | 1,92868 | 0,779 | 2.02561 | 0.836 | 2,12549 | 0,892 | 2,22670 | 0,948 | 2,32972 |
| 2 | 1,65193 | 0,609 | 1.74283 | 0,666 | 1,83568 | 0,723 | 1,93036 | 0,780 | 2.02733 | 0,837 | 2,12727 | 0.893 | 2,22854 | 0.949 | 2,33160 |
| 3 | 1,65350 | 0,610 | 1,74444 | 0,667 | 1,83733 | 0,724 | 1,93204 | 0,781 | 2.02907 | 0,838 | 2,12905 | 0,894 | 2,23038 | 0,950 | 2,33348 |
| 54 | 1,65507 | 0,611 | 1,74605 | 0,668 | 1,83897 | 0,725 | 1,93373 | 0,782 | 2.03080 | 0,839 | 2,13083 | 0.895 | 2,23222 | 0,951 | 2,33537 |
| 55 | 1,65665 | 0,612 | 1,74767 | 0,669 | 1,84061 | 0,726 | 1,93541 | 0.783 | 2,03252 | 0,840 | 2,13261 | 0,896 | 2.23406 | 0,952 | 2,33726 |
| 56 | 1,65823 | 0,613 | 1,74929 | 0,670 | 1,84226 | 0,727 | 1,93710 | 0,784 | 2.03425 | 0,841 | 2,13439 | 0.897 | 2.23590 | 0,953 | 2,33915 |
| 57 | 1,65861 | 0,614 | 1.75091 | 0,671 | 1,84391 | 0,728 | 1,93878 | 0,785 | 2,03598 | 0,842 | 2,13618 | 0.898 | 2,23774 | 0,954 | 2,34104 |
| 58 | 1,66139 | 0,615 | 1,75252 | 0,672 | 1,84556 | 0,729 | 1,94046 | 0,786 | 2.03777 | 0,843 | 2,13797 | 0,899 | 2,23958 | 0,955 | 2,34293 |
| 59 | 1,66297 | 0,616 | 1,75414 | 0,673 | 1,84720 | 0,730 | 1,94215 | 0,787 | 2,03994 | 0,844 | 2,13976 | 0.900 | 2,24142 | 0,956 | 2,34483 |
| 30 | 1,66455 | 0.617 | 1,75576 | 0,674 | 1.84885 | 0,731 | 1,94383 | 0,788 | 2,04177 | 0,845 | 2,14155 | 0,901 | 2.24325 | 0,957 | 2,34673 |
| 61 | 1,66613 | 0,618 | 1,75738 | 0,675 | 1,85050 | 0,732 | 1,94552 | 0,789 | 2,04290 | 0,846 | 2,14334 | 0,902 | 2,24508 | 0,958 | 2,34862 |
| 62 | 1,66771 | 0,619 | 1.75901 | 0,676 | 1,35215 | 0,733 | 1,94721 | 0.790 | 2,04462 | 0,847 | 2,14513 | 0,903 | 2.24691 | 0,959 | 2,35055 |
| 63 | 1,66929 | 0,620 | 1,76062 | 0.677 | 1,85379 | 0,734 | 1,94890 | 0,791 | 2,04635 | 0.848 | 2,14692 | 0,904 | 2.24874 | 0,960 | 2,35241 |
| 64 | 1,67087 | 0,621 | 1,76224 | 0,678 | 1,85544 | 0,735 | 1,95059 | 0.792 | 2,04809 | 0.849 | 2,14871 | 0,905 | 2.25957 | 0.961 | 2,35431 |
| 65 | 1,67245 | 0,622 | 1,76386 | 0,679 | 1,85709 | 0,736 | 1,95228 | 0,793 | 2 04983 | 0.850 | 2,15050 | 0.906 | 2.25240 | 0,962 | 2,35621 |
| 66 | 1,67403 | 0,623 | 1,76548 | 0,680 | 1,85874 | 0,737 | 1,95397 | 0,794 | 2,05157 | 0,851 | 2,15229 | 0,907 | 2,25423 | 0,963 | 2.35810 |
| 67 | 1,67561 | 0,624 | 1.76710 | 0,681 | 1,86039 | 0,738 | 1,95566 | 0,795 | 2.05331 | 0,852 | 2,15409 | 0,908 | 2.25606 | 0,964 | 2.36000 |
| 68 | 1,67719 | 0.625 | 1,76872 | 0.682 | 1,86205 | 0,739 | 1,95735 | 0,796 | 2.05559 | 0,853 | 2,15589 | 0,909 | 2.25789 | 0,965 | 2.36191 |
| 69 | 1,67877 | 0,626 | 1.77034 | 0,683 | 1,86370 | 0,740 | 1,95994 | 0,797 | 2,05779 | 0,854 | 2.15670 | 0.910 | 2.25972 | 0,966 | 2,36381 |
| 70 | 1,68036 | 0,627 | 1,77197 | 0,684 | 1,86535 | 0,741 | 1,96074 | 0,798 | 2.05853 | 0,855 | 2,15950 | 0,911 | 2.26155 | 0,967 | 2.36571 |
| 71 | 1,68195 | 0.628 | 1,77359 | 0,685 | 1,86700 | 0,742 | 1,96244 | 0,799 | 2,06027 | 0,856 | 2,16130 | 0.912 | 2,26338 | 0.968 | 2.36762 |
| 72 | 1,68354 | 0,629 | 1.77521 | 0,686 | 1,86866 | 0,743 | 1,96414 | 0,800 | 2,06202 | 0 857 | 2.16309 | 0.913 | 2,26521 | 0,969 | 2.36952 |
| 73 | 1,68513 | 0,630 | 1,77684 | 0.687 | 1,87031 | 0,744 | 1.96583 | 0,801 | 2.06377 | 0,858 | 2,16489 | 0.914 | 2.26704 | 0,970 | 2.37143 |
| 74 | 1,68672 | 0.631 | 1,77847 | 0,688 | 1,87196 | 0,745 | 1.96753 | 0,802 | 2.06552 | 0,859 | 2,16668 | 0,915 | 2,26888 | 0.971 | 2,37334 |
| 75 | 1,68831 | 0,632 | 1,78009 | 0,689 | 1,87362 | 0,746 | 1,96923 | 0 803 | 2,06727 | 0,860 | 2,16848 | 0,916 | 2.27071 | 0,972 | 2.37525 |
| 76 | 1,68990 | 0,633 | 1,78172 | 0.690 | 1,87527 | 0,747 | 1.97093 | 0,804 | 2.06901 | 0,861 | 2,17028 | 0,917 | 2.27254 | 0,973 | 2.37716 |
| 77 | 1,69149 | 0.634 | 1,78335 | 8,691 | 1,87693 | 0,748 | 1,97262 | 0,805 | 2,07076 | 0,862 | 2,17209 | 0.918 | 2.27437 | 0.974 | 2,37908 |
| 78 | 1,69308 | 0,635 | 1,78498 | 0,692 | 1,87859 | 0,749 | 1,97432 | 0,806 | 2,07251 | 0,863 | 2,17389 | 0.919 | 2 27620 | 0.975 | 2,38100 |
| 79 | 1,69467 | 0,636 | 1,78660 | 0.693 | 1,88024 | 0,750 | 1,97602 | 0,807 | 2.07427 | 0,864 | 2,17570 | 0,920 | 2.27803 | 0,976 | 2,38291 |
| 80 | 1,69626 | 0,637 | 1,78823 | 0,694 | 1,88190 | 0.751 | 1,97772 | 0.808 | 2,07602 | 0,865 | 2,17751 | 0,921 | 2,27987 | 0,977 | 2.38482 |
| 81 | 1,69785 | 0,638 | 1,78986 | 0,695 | 1,88356 | 0.752 | 1,97943 | 0,809 | 2,07777 | 0,866 | 2,17932 | 0,922 | 2.28170 | 0,978 | 2,38673 |
| 82 | 1,69945 | 0,639 | 1,79149 | 0,696 | 1,88522 | 0,753 | 1,98113 | 0,810 | 2,07953 | 0,867 | 2,18113 | 0,923 | 2.28354 | 0,979 | 2.38864 |
| 83 | 1,70105 | 0,640 | 1,79312 | 0.697 | 1,88688 | 0,754 | 1,98283 | 0,811 | 2,08128 | 0,868 | 2.18294 | 0,924 | 2,28537 | 0,980 | 2,39055 |
| 84 | 1,70284 | 0,641 | 1,79475 | 0,698 | 1,88854 | 0,755 | 1,98453 | 0,812 | 2,08304 | 0,869 | 2,18475 | 0,925 | 2.28720 | 0,981 | 2,39247 |
| 85 | 1,70424 | 0,642 | 1,79638 | 0,699 | 1,89020 | 0,756 | 1,98613 | 0,813 | 2,08480 | 0,870 | 2,18656 | 0,926 | 2.28903 | 0,982 | 2,39439 |
| 86 | 1,70854 | 0,643 | 1,79801 | 0,700 | 1,89186 | 0,757 | 1,98794 | 0,814 | 2,00656 | 0,871 | 2,18837 | 0,927 | 2,29086 | 0.983 | 2.49631 |
| 87 | 1,70745 | 0,644 | 1,79964 | 0,701 | 1,89352 | 0,758 | 1,98964 | 0,815 | 2,08832 | 0,872 | 2,19018 | 0,928 | 2,29270 | 0,984 | 2,49823 |
| 88 | 1,70905 | 0,645 | 1,80127 | 0 702 | 1,89519 | 0,759 | 1,99134 | 0,816 | 2,09008 | 0,873 | 2,19200 | 0,929 | 2,29453 | 0.985 | 2,40016 |
| 89 | 1,71065 | 0,646 | 1,80290 | 0,703 | 1,89685 | 0,760 | 1.99305 | 0,817 | 2,09198 | 0,874 | 2,19382 | 0.930 | 2.29636 | 0,986 | 2.40208 |
| 90 | 1,71225 | 0,647 | 1.80454 | 0,704 | 1,89851 | 0,761 | 1.99476 | 0,818 | 2,09360 | 0.875 | 2,19564 | 0,931 | 2.29830 | 0.987 | 2.40400 |
| 91 | 1,71286 | 0,648 | 1.80617 | 0,705 | 1,90017 | 0,762 | 1,99647 | 0,819 | 2,09536 | 0,876 | 2,19746 | 0.932 | 2,30004 | 0,988 | 2,40592 |
| 92 | 1,71546 | 0,649 | 1.80780 | 0,706 | 1,90184 | 0,763 | 1,99818 | 0,820 | 2,09712 | 0,877 | 2,29928 | 0.933 | 2,30188 | 0,989 | 2,40784 |
| 93 | 1,71707 | 0,650 | 1,80943 | 0,707 | 1,90350 | 0,764 | 1,99989 | 0.821 | 2,09888 | 0.878 | 2,20110 | 0.934 | 2,30373 | 0.990 | 2.40976 |
| 94 | 1,71868 | 0,651 | 1,81107 | 0,708 | 1,90517 | 0.765 | 1.00160 | 0,822 | 2,10065 | 0,879 | 2,20292 | 0.935 | 2.30557 | 0.991 | 2.41169 |
| 95 | 1,72029 | 0,652 | 1,81271 | 0.709 | 1,90684 | 0,766 | 1,00331 | 0,823 | 2.10242 | 0,880 | 2,20474 | 0,936 | 2,30744 | 0.992 | 2.41362 |
| 96 | 1,72190 | 0,653 | 1,81435 | 0,710 | 1,90852 | 0,767 | 1,00502 | 0,824 | 2,10419 | 0.881 | 2,20656 | 0.937 | 2,30926 | 0.998 | 2.41556 |
| 97 | 1,72350 | 0,654 | 1,81599 | 0.711 | 1,91019 | 0,768 | 1,00673 | 0,825 | 2,10596 | 0,882 | 2,20839 | 0.938 | 2,34111 | 0.994 | 2.41749 |
| 98 | 1,72511 | 0,655 | 1,81763 | 0,712 | 1,91187 | 0,769 | 1,00844 | 0.826 | 2,10773 | 0,883 | 2,21022 | 0.939 | 2,31295 | 0,995 | 2.41943 |
| 99 | 1,72672 | 0.656 | 1,81928 | 0,713 | 1,91355 | 0,770 | 1,01016 | 0,827 | 2,10950 | 0.884 | 2,21205 | 0.940 | 2,31479 | 0.996 | 2.42136 |
| 00 | 1,72833 | 0,657 | 1,82091 | 0,714 | 1,91523 | 0,771 | 1,01187 | 0,828 | 2,11127 | 0,885 | 2,21388 | 0.941 | 2,31666 | 0,997 | 2.42329 |
| 01 | 1,72994 | 0,658 | 1,82255 | 0,715 | 1,91691 | 0,772 | 1,01359 | 0,829 | 2,11304 | 0.886 | 2,21571 | 0,942 | 2,31852 | 0.998 | 2,42522 |
| 02 | 1,73154 | 0,659 | 1,82419 | 0,716 | 1,91859 | 0,773 | 1,01531 | 0,830 | 2,11481 | 0,887 | 2,21754 | 0,943 | 2,32038 | 0,999 | 2,42715 |
| 03 | 1,73316 | 0.660 | 1,82583 | 0,717 | 1,92027 | 0,774 | 1,01702 | 0 881 | 2,11659 | 0,888 | 2,21937 | 0,944 | 2,32224 | 1,000 | 2,42908 |
| 04 | 1,73477 | 0,661 | 1,82747 | 0,718 | 1,92195 | 0,775 | 1.01874 | 0.832 | 2,11837 | | | | | | |

## TABLE N° 3.

*Pour calculer les périmètres des ellipses au moyen du grand axe, et de la distance des foyers ou du petit axe.*

Communiquée par M. Saint Guilhem ingénieur des Ponts et Chaussées.

| Angle du module. | Module ou rapport de la distance des foyers au grand axe. | Complément du module ou rapport du petit axe au grand axe. | Rapport du périmètre de l'ellipse au grand axe. | Angle du module. | Module ou rapport de la distance des foyers au grand axe. | Complément du module ou rapport du petit axe au grand axe. | Rapport du périmètre de l'ellipse au grand axe. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0° | 0,0000 | 1,0000 | 3,1416 | 46° | 0,7193 | 0,6947 | 2,6836 |
| 1 | 0,0175 | 0,9998 | 3,1413 | 47 | 0,7314 | 0,6820 | 2,6657 |
| 2 | 0,0349 | 0,9994 | 3,1406 | 48 | 0,7431 | 0,6693 | 2,6477 |
| 3 | 0,0523 | 0,9986 | 3,1394 | 49 | 0,7547 | 0,6561 | 2,6294 |
| 4 | 0,0698 | 0,9976 | 3,1378 | 50 | 0,7660 | 0,6428 | 2,6111 |
| 5 | 0,0872 | 0,9962 | 3,1356 | 51 | 0,7771 | 0,6293 | 2,5925 |
| 6 | 0,1045 | 0,9945 | 3,1330 | 52 | 0,7880 | 0,6157 | 2,5739 |
| 7 | 0,1219 | 0,9925 | 3,1299 | 53 | 0,7986 | 0,6018 | 2,5551 |
| 8 | 0,1392 | 0,9903 | 3,1263 | 54 | 0,8090 | 0,5878 | 2,5363 |
| 9 | 0,1564 | 0,9877 | 3,1223 | 55 | 0,8192 | 0,5734 | 2,5733 |
| 10 | 0,1736 | 0,9848 | 3,1178 | 56 | 0,8290 | 0,5592 | 2,4984 |
| 11 | 0,1908 | 0,9816 | 3,1128 | 57 | 0,8387 | 0,5446 | 2,4793 |
| 12 | 0,2079 | 0,9781 | 3,1074 | 58 | 0,8480 | 0,5300 | 2,4602 |
| 13 | 0,2250 | 0,9744 | 3,1015 | 59 | 0,8572 | 0,5150 | 2,4412 |
| 14 | 0,2419 | 0,9703 | 3,0951 | 60 | 0,8660 | 0,5000 | 2,4221 |
| 15 | 0,2588 | 0,9659 | 3,0883 | 61 | 0,8746 | 0,4848 | 2,4031 |
| 16 | 0,2756 | 0,9613 | 3,0810 | 62 | 0,8829 | 0,4695 | 2,3841 |
| 17 | 0,2924 | 0,9563 | 3,0733 | 63 | 0,8910 | 0,4540 | 2,3652 |
| 18 | 0,3090 | 0,9511 | 3,0652 | 64 | 0,8988 | 0,4384 | 2,3463 |
| 19 | 0,3256 | 0,9455 | 3,0566 | 65 | 0,9063 | 0,4226 | 2,3276 |
| 20 | 0,3420 | 0,9397 | 3,0476 | 66 | 0,9135 | 0,4067 | 2,3091 |
| 21 | 0,3584 | 0,9336 | 3,0381 | 67 | 0,9205 | 0,3907 | 2,2907 |
| 22 | 0,3746 | 0,9272 | 3,0283 | 68 | 0,9272 | 0,3746 | 2,2725 |
| 23 | 0,3907 | 0,9205 | 3,0180 | 69 | 0,9336 | 0,3584 | 2,2545 |
| 24 | 0,4067 | 0,9135 | 3,0073 | 70 | 0,9397 | 0,3420 | 2,2367 |
| 25 | 0,4226 | 0,9063 | 2,9962 | 71 | 0,9455 | 0,3256 | 2,2193 |
| 26 | 0,4384 | 0,8988 | 2,9847 | 72 | 0,9511 | 0,3090 | 2,2021 |
| 27 | 0,4540 | 0,8910 | 2,9728 | 73 | 0,9563 | 0,2924 | 2,1853 |
| 28 | 0,4695 | 0,8829 | 2,9606 | 74 | 0,9613 | 0,2756 | 2,1688 |
| 29 | 0,4848 | 0,8746 | 2,9479 | 75 | 0,9659 | 0,2588 | 2,1528 |
| 30 | 0,5000 | 0,8560 | 2,9349 | 76 | 0,9703 | 0,2419 | 2,1372 |
| 31 | 0,5150 | 0,8572 | 2,9215 | 77 | 0,9744 | 0,2250 | 2,1221 |
| 32 | 0,5300 | 0,8480 | 2,9078 | 78 | 0,9781 | 0,2079 | 2,1075 |
| 33 | 0,5446 | 0,8387 | 2,8937 | 79 | 0,9816 | 0,1908 | 2,0936 |
| 34 | 0,5592 | 0,8290 | 2,8793 | 80 | 0,9848 | 0,1736 | 2,0802 |
| 35 | 0,5734 | 0,8192 | 2,8646 | 81 | 0,9877 | 0,1564 | 2,0676 |
| 36 | 0,5878 | 0,8090 | 2,8495 | 82 | 0,9903 | 0,1392 | 2,0557 |
| 37 | 0,6018 | 0,7986 | 2,8341 | 83 | 0,9925 | 0,1219 | 2,0446 |
| 38 | 0,6157 | 0,7880 | 2,8185 | 84 | 0,9945 | 0,1045 | 2,0345 |
| 39 | 0,6293 | 0,7771 | 2,8025 | 85 | 0,9962 | 0,0872 | 2,0253 |
| 40 | 0,6428 | 0,7660 | 2,7863 | 86 | 0,9976 | 0,0698 | 2,0173 |
| 41 | 0,6561 | 0,7547 | 2,7698 | 87 | 0,9986 | 0,0523 | 2,0105 |
| 42 | 0,6692 | 0,7431 | 2,7530 | 88 | 0,9994 | 0,0349 | 2,0052 |
| 43 | 0,6820 | 0,7314 | 2,7360 | 89 | 0,9998 | 0,0175 | 2,0015 |
| 44 | 0,6947 | 0,7193 | 2,7187 | 90 | 1,0000 | 0,0000 | 2,0000 |
| 45 | 0,7071 | 0,7071 | 2,7013 | | | | |

# APPENDICE N° 2.

*Extrait d'un rapport de M. Costé, Capitaine de vaisseau, sur l'emploi du fil de fer dans les manœuvres dormantes des bâtiments de guerre; inséré aux Annales maritimes et coloniales de* 1834.

On a soumis à l'épreuve différents bouts de fil de fer du n° 18, ayant 3 millimètres de diamètre, et provenant du magasin général de la Marine à Toulon. La moyenne de ces épreuves au dynamomètre de Régnier n'a donné que 450 kil. par fil. D'un autre côté, on a commis des *torons* de 2, 3 et 4 fils de fer sous une légère tension; ils ont rompu à la romaine de M. Hubert sous une traction moyenne de 52 kilog. par millimètre carré de section. D'autres fils ont été commis en *aussières*, c'est-à-dire en *torons* assemblés comme dans les cordages de chanvre; ils n'ont supporté que 45 kil. par millimètre quarré.

La difficulté de commettre ces espèces de cordes a suggéré l'idée de recuire les fils pour leur donner plus de souplesse; mais alors ils n'ont plus supporté que 29 kilog. par millimètre quarré.

On peut donc conclure de ces expériences, que les fils de fer commis à froid en *torons* de 2 à 4 fils, ont perdu un quart de leur force naturelle; commis en *aussières*, un tiers environ; enfin que, commis en aussières après avoir été chauffés, ils ont perdu plus de moitié de leur force absolue.

Pour tirer le meilleur parti des fils de fer assemblés, il faut donc les commettre à froid et sous la forme de *torons*. On ne sait jusqu'à quelle grosseur on peut pratiquer ce procédé, et à quel degré de tension on doit s'arrêter pour obtenir le maximum d'effet. On a remarqué que, même en employant un petit nombre de fils plusieurs ont cassé par une tension peu considérable. Un grand nombre d'épreuves pourraient seules déterminer les limites à observer.

L'expérience a prouvé que les cordes en chanvre, dans le nouveau système de commettage généralement pratiqué aujourd'hui dans la Marine, supportent un effort de 7 kilogrammes environ par millim. quarré de section. Les fils de fer commis en torons supportant 52 kilogrammes, ont donc, à volume égal, un peu plus de sept fois la force des cordages en chanvre. Comme, d'un autre côté, le fer pèse $0^k,0081$ par millimètre quarré de section et par mètre de longueur; que le chanvre ne pèse que $0^k,0012$, c'est-à-dire le septième environ; il y a donc dans le *commettage le plus favorable au fer*, à égale force, égalité de

poids, comparativement au chanvre. Mais, attendu qu'on ne peut fabriquer des cordes en fer d'une certaine grosseur qu'en les commettant en aussières, et qu'alors elles n'ont plus que 45 kilogr. de force par millimètre quarré de section; elles pèsent alors, aussi à égalité de force, un quart de plus que les cordages en chanvre, abstraction faite des accessoires qui augmentent le poids sans donner plus de force.

S'il fallait avoir recours au chauffage des fils de fer pour les commettre, l'affaiblissement qui en résulterait donnerait à ces espèces de cordages deux tiers de plus de poids qu'aux cordages en chanvre, à force égale; ce qui chargerait le gréement dans une proportion inadmissible.

Afin de reconnaître si l'assemblage des fils en faisceaux, c'est-à-dire rangés parallèlement, présente réellement les avantages qu'on a préconisés, on a fait confectionner des faisceaux de 2, 3, 4, 5, 6 et 7 fils de fer de 3 millimètres de diamètre. Les bouts ont été joints, par un manchon en cuivre à vis, et soudé d'après le procédé de M. Vivès, ingénieur mécanicien. Chacun de ces faisceaux a rompu sous une traction de 240 à 250 kilogr. par fil, à la presse hydraulique; ce qui ne correspond qu'à 34 à 35 kilogrammes de force par millimètre quarré de section. La rupture ayant toujours eu lieu près de la soudure, on ne peut attribuer cette faiblesse qu'à la détérioration que fait éprouver au fer l'espèce de recuit qui s'opère par le soudage. Quelle que soit, au reste, la cause de cet affaiblissement, ces faisceaux n'en ont pas moins une grande infériorité de force, puisqu'ils ne supportent guère plus que les fils commis à chaud.

Deux autres faisceaux, confectionnés aussi par M. Vivès, et d'après le même procédé que le précédent, mais l'un composé de 37 fils de 3 millimètres de diamètre, et l'autre de 52, ont été soumis à la presse hydraulique. Ils ont rompu sous une traction de 347 kilogrammes par fil; ou de 50 kilogrammes environ par millim. quarré de section de matière; c'est-à-dire à moitié en sus de celle des petits faisceaux. D'où l'on est porté à conclure que la soudure n'affaiblit pas autant les fils des gros faisceaux que ceux des petits. Des essais ultérieurs pourront faire connaître la loi de cet affaiblissement.

Si l'on compare ces faisceaux aux cordages en chanvre, on remarque que les faisceaux de 3 à 7 fils pèsent, à égalité de force, deux tiers de plus que le cordage en chanvre; et ceux de 37 à 52 fils un huitième seulement. Mais ces faisceaux, lorsqu'ils sont confectionnés d'après le procédé de M. Vivès, devant être recouverts d'une espèce de fourreau de fil de fer fin, enduit intérieurement et extérieurement d'une couche de minium et ajustés au moyen de manchons, acquièrent un poids tel que; sur le faisceau de 52 fils, à égalité de force, ce poids est une fois et demie celui des cordages en chanvre; c'est du moins ce que confirme l'expérience qui en a été faite à la presse hydrauli-

que, où la rupture a eu lieu sous une traction de 18,500 kilogrammes. Cette force correspond à celle d'un cordage de $0^{m},066$ de diamètre ou de $0^{m},170$ de circonférence, dont le poids est de $2^{k},70$ par mètre courant; or, le poids du faisceau ayant été reconnu de $4^{k},10$, donne à peu près le rapport que l'on vient d'établir.

Afin d'essayer un autre genre d'ajustage, on a fait confectionner plusieurs faisceaux d'après le procédé décrit par M. Montgéry, c'est-à-dire par une espèce d'assemblage connue dans la marine sous la dénomination d'*aiguilletage*. Les extrémités de ces faisceaux étant garnies de cosses, on conçoit qu'on peut les joindre les unes aux autres, soit par des crocs, soit par des manilles, avec la plus grande facilité, pour former une longueur suffisante. Mais ce genre d'ajustage présente dans les jonctions un excédant de volume que l'on doit éviter. Néanmoins la facilité de séparer et de joindre les bouts à volonté, compenserait bien le défaut de légèreté, et ferait donner peut-être la préférence à ce mode de liaison sur les faisceaux ajustés par des manchons à vis. Car ces derniers exigent une manivelle ou clef pour les serrer, et plus de temps pour l'opération.

Ces nouveaux faisceaux, éprouvés à la presse hydraulique, ont tous cassé près de l'une des cosses, sous une traction qui a varié entre 56, 76, 80 kilogrammes; en sorte que la moyenne est de 71 kilogrammes par millimètre carré de section. Par conséquent ils sont supérieurs d'un tiers aux faisceaux réunis suivant le procédé de M. Vivès. Cette supériorité de force doit être attribuée non-seulement à ce que les fils n'éprouvent aucune altération par la chaleur, mais aussi à ce que les faisceaux ont été composés de fils plus fins. Ces fils étaient de $0^{m},00185$ de diamètre; ils ont porté, terme moyen, 200 kilogrammes; mais comme il faut aussi les revêtir d'une fourrure en métal pour empêcher les fils de se désunir, qu'ils ont d'ailleurs une cosse à chaque bout, à force égale ils pèsent encore un sixième de plus que les cordages en chanvre.

Ainsi donc, quel que soit le système d'assemblage des faisceaux de fils de fer que l'on emploiera, il est probable que l'on n'obtiendra pas une *force égale* aux cordages en chanvre *sous le même poids*, à moins que les fils de fer ne soient d'une qualité supérieure à celle des fils livrés à la marine au port de Toulon.

On a reconnu, par les essais que, pour obtenir la plus grande facilité que possible dans le travail, il fallait faire chauffer les fils, et que cette préparation les affaiblissait considérablement; ainsi, il ne saurait être question de ce procédé.

Pour les commettre à froid, il ne faudrait pas que les fils eussent plus de

2 millimètres de grosseur; attendu qu'au-dessus de cette dimension ils cassent en grand nombre par la torsion, et encore devient-il difficile de la leur donner régulièrement. D'un autre côté, l'oxydation ne ferait-elle pas plus de ravages sur de menus fils que sur de gros?

Quant à la souplesse, ces cordages sont, il est vrai, susceptibles d'un assez grand allongement; mais ils ne reviennent pas sur eux-mêmes comme les cordages en fonte, en sorte qu'après plusieurs efforts consécutifs ils se trouvent dans l'état d'une véritable barre de fer. Il n'est donc pas exact de dire qu'il s'y trouve autant d'élasticité que dans les gréements en chanvre après quelques mois de campagne, car ceux-ci en conservent même après qu'on les a jugés hors de service d'après leur temps de durée. En effet, un hauban de 5 pouces ($0^m,135$) de circonférence considéré comme entièrement usé, ayant été essayé sous une traction de 1,000 kilog. jusqu'à 3,000 opérée à la presse hydraulique, s'est allongé de $0^m,55$ (19 pouces); et sous une traction croissante de 3,000 kilogrammes jusqu'à 6,500 kilogrammes à laquelle il s'est rompu, ce cordage s'est encore allongé de $0^m,32$ (12 pouces) en reprenant presque son premier état, toutes les fois que l'on cessait de faire effort.

L'élasticité, non-seulement n'existe donc pas au même degré dans les manœuvres en fil de fer que dans les manœvres en chanvre qui ont servi quelque temps, mais même elle n'est pas sensiblement différente de celle des barres de fer ordinaires.

Il reste donc à examiner si cette propriété est réellement nécessaire dans les manœuvres dormantes du gréement des bâtiments. Jusqu'à présent, on l'a regardée comme indispensable aux mâts, et surtout aux mâts supérieurs, afin qu'ils ne rompent pas sous les fortes secousses que le choc des lames occasionne souvent aux bâtiments, et qui sont de véritables forces de percussion. Les cordes en chanvre se prêtent à cet effet, par le ressort dont elles sont douées, et qu'elles conservent, ainsi que nous l'avons vu, jusqu'à leur rupture et à la fin de leur service. Si elles n'avaient pas cette souplesse, il est probable que les points d'appui ou d'attache, en recevant directement les efforts de traction, seraient fortement ébranlés s'ils ne rompaient pas, et occasionneraient bientôt des voies d'eau ou un dématage. Or, le fer n'ayant point ce ressort nécessaire, ne serait-il pas à craindre que de graves accidents ne se produisissent?

Il est certain que les cordages en fil de fer commis allongent d'une quantité assez considérable; mais cet allongement est en quelque sorte un inconvénient de plus; car si, par une forte inclinaison du bâtiment, le mât vient

à exercer un grand effort sur les haubans, ceux-ci cèderont en s'allongeant, et, comme ils ne reviendront pas sur eux-mêmes après l'effort, il y aura ce qu'on appelle du *mou*, qu'il faudra nécessairement roidir, sans quoi le mât fouetterait. On arriverait en peu de temps au point où il n'y aurait pas plus d'allongement et de ressort dans le fil de fer que dans une chaîne ou une barre de fer.

L'allongement que produit l'élasticité des cordages en chanvre a bien aussi une partie de cet inconvénient, mais il ne peut être gênant que dans les premiers mois de navigation. Ces cordages, après qu'ils ont servi quelque temps, n'allongent presque plus sous la traction nécessaire pour soutenir les mâts, et ils cèdent alors aux efforts plus grands, comme le ferait, en quelque sorte, un ressort en spirale. S'ils n'avaient pas cette propriété, on conçoit que, ne subissant pas tous le même effort de la part du mât, ils ne pourraient s'entr'aider, et que le plus tendu romprait indubitablement. C'est donc là ce qui arriverait aux haubans en fil de fer, à moins qu'ils ne fussent chacun d'une dimension suffisante pour supporter l'effort total.

Il est évident qu'il faudra plus de temps pour faire une épissure sur un hauban en fil de fer que deux *culs-de-porc* sur un hauban en chanvre. On ajoutera que cette épissure serait difficile à exécuter, et que d'ailleurs elle ne tiendrait pas aux fortes tractions. C'est encore ce que l'expérience a démontré dans la rupture de cette espèce de cordage épissé. Il faut donc *remplacer le hauban rompu au lieu de le réparer*; et il est fort douteux que cette opération soit aussitôt terminée que la réparation du hauban en chanvre, bien qu'elle ne puisse employer moins d'une demi-heure. Mais de plus et c'est là un grand inconvénient; le hauban rompu ne pourrait plus être réparé que par un ajustage extrêmement grossier; ce qui obligerait d'embarquer un grand nombre de haubans pour remplacer, en cas de combat, ceux rompus ou avariés par les projectiles.

En résumé :

On a démontré que lorsque les faisceaux de fil de fer étaient fabriqués d'après le procédé de M. Vivès, à force égale, ils pesaient une fois et demie le cordage en chanvre de même longueur, à cause des garnitures et ajustages qu'il faut y adapter. A poids égal, ils sont donc loin d'avoir les deux tiers de plus de force que les cordages, comme ils devraient l'acquérir d'après l'opinion de M. de Montgéry. Ces faisceaux sont même moins forts que les fils de fer commis à la façon des aussières, puisque ceux-ci, à force égale, ne pèsent qu'un quart de plus.

Les faisceaux assemblés sur des cosses à la manière de M. Séguin, ayant donné de meilleurs résultats sous le rapport de la résistance, puisqu'à égalité ils ne pèsent qu'un sixième de plus que les cordages en chanvre, semblent devoir obtenir la préférence. D'ailleurs ils ont l'avantage de se réunir et de se désunir plus facilement; opération qui peut se faire dans toutes les positions, et exige moins de temps qu'avec des manchons à vis. Mais ces faisceaux ont l'inconvénient de présenter moins de netteté dans les ajustages que les premiers.

Quant à la durée; il est probable qu'elle sera la même pour tous les genres de faisceaux; mais il paraît difficile de l'assigner autrement que par l'expérience. Des faits cités par M. de Montgéry ne portent que sur dix ou douze ans de service, et il y a loin de cette durée à ce qu'elle devrait être pour présenter une grande économie et compenser les inconvénients. Cette question ne peut donc être résolue que par le temps.

M. de Montgéry pense qu'on devrait suppléer au vernis de M. Séguin par un étamage, et envelopper chaque faisceau d'une bande longitudinale de toile serrée et cousue. On ne croit pas que cet étamage puisse se conserver assez longtemps pour préserver les fils de l'oxydation, surtout si l'on en juge d'après ce que l'on est à même d'observer tous les jours sur des fers ainsi recouverts. L'on pense qu'il vaut mieux enduire les fils d'une cauche de minimum, dont on a déjà obtenu de bons résultats. Quant à l'enveloppe de toile, peut-être serait-il à craindre qu'elle n'entretînt l'humidité dans les fils, et ne devînt plutôt une cause d'oxydation qu'un préservatif?

On préférerait aussi que les faisceaux n'eussent que 6 à 8 mètres de longueur au lieu de 10 à 12, attendu qu'il serait plus facile de les *lover*, de les transporter et de les mettre en place; et que la perte provenant de leur rupture ne serait pas aussi grande.

On présume que de petites manilles à boulon, pour joindre les faisceaux bout à bout, auraient plus de force et plus de légèreté que les crocs doubles, ou les *aiguilletages* que M. de Montgéry avait proposés. Ces haubans métalliques devraient avoir aussi un collier pour deux, comme les haubans en chanvre. Enfin, pour suppléer en partie au défaut d'élasticité dans ces faisceaux, peut-être conviendrait-il que *les colliers fussent eux-mêmes des haubans ordinaires*.

---

# APPENDICE N° 3.

*Évaluations diverses relatives aux appareils de curage à mouvement continu; pour ports et rades.*

Port de commerce de Cherbourg.

Le cube total des alluvions en sable vasard enlevées par entreprise du bassin de flot du port de commerce de Cherbourg de 1834 à 1835 sur une profondeur moyenne d'eau de 5 mètres, et une hauteur de 7 mètres, a été de 30,014 mc.

Cette masse de produits a été versée en bateaux a clapet, transportée et déchargée dans la rade en 359 voyages; ce qui fait ressortir le cube de chaque voyage de bateau a 86 mètres cubes mesurés en déblai, au lieu de 148 mètres cubes qui avaient été évalués *avant le travail.*

La durée totale du travail a été de 353 jours, sur lesquels on a payé à peu près 4 jours de chômage, ce qui réduit cette durée à 349 jours. Le nombre de jours de travail a été de 286; d'où résulte un cube moyen de 108$^{mc}$.40 enlevé par jour par la machine de 10 chevaux à double chapelet, dont l'adjudicataire faisait usage; ce qui correspond à environ 1$^{mc}$08 *par cheval et par heure.*

Le capital primitif de l'appareil, de son ponton et de cinq bateaux à vase de la contenance chacun de 90 mètres cubes, a été évalué à. . . . . . . . 255,000 fr.

Les dépenses annuelles relatives au matériel ci-dessus ont été comptées comme suit:

| | |
|---|---|
| Intérêt à 5 p. 100 du capital primitif de 255,000 fr. . . . . . . | 22,750 |
| Déplacement et entretien évalué au dixième du même capital. . . . | 25,500 |
| Chômage, perte de temps, frais de déplacement d'une position à l'autre, un vingtième du même capital. . . . . . . . . . . . . . | 12,750 |
| Frais de transport du Havre à Cherboug, y compris retour, et primes d'assurances pour pertes et avaries. . . . . . . . . . . . | 15,000 |
| Total. . . . . . | 76,000 |

*Report.* . . 1,101,140 fr.

*Nota*. L'intérêt à 7 pour 100, y compris amortissement de la somme (B), sera de 77,080 fr.

Matériel d'outils, ustensiles, plateformes de roulage pour remblais en arrière des endiguages. . . . . . . . . . . . . . . . . . . 45,920

4e total (C). 1,147,060

*Exécution d'estacades pour endiguages.*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3,592 mètres courants d'estacades pour endiguages exécutées pour le remblayement des 2,164,810 tonneaux de produits du curage. . . . | main-d'œuvre de confection. . . . . | 217,900 | 719,400 | 719,400 |
| | matières pour *id.* . | 501,500 | | |

Total des dépenses premières (D) 1,866,460

L'intérêt annuel, y compris amortissement de la somme (D), à raison de 7 p. 100, est de 130,652 fr.

*Dépenses annuelles.*

Entretien du matériel ci-dessus.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Entretien et réparations de trois pontons. . . . . . . | main-d'œuvre. | 3.040 | 9,792, environ 3,5 p. 100 du capital primitif. |
| | matières. . . | 6,752 | |
| Entretien et réparation de trois tabliers. . . . . . . | main-d'œuvre. | 730 | 1,330, environ 8 p. 100 *id.* |
| | matières. . . | 600 | |
| Entretien et réparation de trois chapelets à godets. . . . | main-d'œuvre. | 20,819 | 42,828, environ 124 p. 100 *id.* |
| | matières. . . | 22,009 | |
| Entretien des machines à vapeur et de leurs chaudières. . . | main-d'œuvre. | 6,711 | 14,361, environ 12 p. 100 *id.* |
| | matières. . . | 7,650 | |
| Entretien des transmissions des mouvements. . . . . . | main-d'œuvre. | 3,761 | 6,420, environ 12 p. 100 *id.* |
| | matières. . . | 2,659 | |
| Entretien et renouvellement du matériel en filins, ancres. | | | 20,690, environ 110 p. 100 *id.* |
| | | | 95,421 fr. |
| Entretien des 126 chalands. . | main-d'œuvre. | 25,079 | 42,442, environ 8 ½ p. 100 *id.* |
| | matières. . . | 17,363 | |

1er total (E). 137,863 fr.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Entretien des 13 chaloupes. . | main-d'œuvre. | 650 | 1,014, environ 6 ½ p. 100 *id.* |
| | matières. . . | 364 | |
| Entretien de 3 canots. . . . | main-d'œuvre. | 86 | 596, environ 7 ½ p. 100 *id.* |
| | matières. . . | 510 | |
| Entretien des 3 raz pontés . | main d'œuvre. | 144 | 258, environ 8 p. 100 *id.* |
| | matières. . . | 114 | |
| Entretien et renouvellement du matériel en filins, cordages poulies. . . . . . . . . . . . . . | | | 4,415 |

*A reporter.* . . (F). 144,146 fr.

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Report.* . | | 144,146 fr. | |
| Entretien et renouvellement des outils et ustensiles pour le remblayage des vases en arrière des estacades des endiguages. . . . . . . . . | | 11,600, environ 25 p. 100 *id.* | |
| Total de la dépense annuelle pour l'entretien du matériel (G). . . . . . . . . . . . . . . . . | | 155,746 ci. | . 155,746 fr. |

*Dépenses en combustible et autres matières.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Combustible pour 16 chevaux de force travaillant par an pendant 3,573 h. | | | |
| 3,200 stères de bois de chauffage à 7 fr. le stère (prix à Lorient). . . . . . . | 22,400 | 26,690 | 26,690 |
| Huile, graisse, linge et autres matières. . | 4,290 | | |

*Dépenses pour le personnel.*

| | | |
|---|---|---|
| Solde annuelle des mécaniciens, conducteurs et chauffeurs. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 5,400 | 5,400 |
| Solde des contre-maîtres, aides, marins et journaliers employés à bord des pontons et des chalands. . | 23,930 | 23,940 |
| (H) | 56,030 | |
| Solde des contre-maîtres, marins et journaliers employés à la remorque des chalands chargés et vides, des cure-molles aux endiguages et *vice versâ* | 47,890 | 47,890 |
| (I) | 103,920 | |
| Solde des contre-maîtres et manœuvres pour la décharge des chalands et le remblayage en arrière des endiguages . . . . . . . . . . . . . | 115,866 | 115,866 |
| Totaux généraux (K). . . . | 219,786 | 375,532 |

| | |
|---|---|
| En ajoutant l'intérêt à 7 p. 100 de la somme (A), ou | 74,879 |
| à la somme (E). . . . . . . . . . . . | 137,863 |
| et à la somme (H). . . . . . . . . . . | 56,030 |
| on obtient le total de. . . . . . . . . . . | 268,772 |

Pour les dépenses qui ne sont relatives qu'à l'extraction des matières sous l'eau à une profondeur de 10 mètres, à leur élévation à 11 mètres, et à leur versement en chalands.

En divisant ce total de 268,772 par le tonnage total de 432,000 tonneaux enlevés par an, on trouve par tonneau. . . . . . . . . . . . . . . . 0fr.,622

| | |
|---|---|
| En ajoutant à l'intérêt à 7 p. 100 de la somme (B) | 77,080 |
| la somme (F). . . . . . . . . . . . . | 144,146 |
| et la somme (I). . . . . . . . . . . . | 103,920 |
| on arrive pour les dépenses d'extraction, d'élévation, de versement en chalands, et de transport aux endiguages à. . . . . . . . . . | 325,146 fr. |

| | | |
|---|---|---|
| qui, divisés par le même tonnage de 432,000 tonneaux, produisent par tonneau. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | | 0,774 fr. |
| Enfin, en ajoutant à l'intérêt à 7 p. 100 de la somme (I) | 130,562 | |
| la somme (G). . . . . . . . . . . . . . | 155,746 | |
| et la somme (K). . . . . . . . . . . . . | 219,786 | |
| on trouve. . . . . . . . . . . . . . . . . | 506,184 | |
| pour les dépenses d'extraction, d'élévation, de versement en chalands, de transport aux endiguages, de remplayement (y compris l'intérêt du capital primitif des endiguages), qui, divisés par les 432,000 tonneaux précités, donnent par tonneau le modique résultat de. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | | 1,148 |
| ou, par mètre cube de la densité de 1,500 kil. . . . . . . | | 1,722 |

# APPENDICE N° 4.

*Considérations et calculs, légende descriptive; tableaux d'observations relatifs à l'appareil élévatoire d'eaux installé de* 1827 *à* 1833 *à la nouvelle Forme sèche de radoub du port de Lorient.*

La question de l'enlèvement des eaux contenues dans une forme sèche de radoub ou dans tout autre réservoir, et de leur dégorgement dans un chenal ou *port à marées*, est très-complexe lorsqu'elle est prise dans sa généralité.

Les principaux éléments qui y entrent sont:

La capacité et la configuration du réservoir des eaux;

La hauteur relative du niveau de ces eaux et du zéro de l'échelle des marées;

La loi des ascensions et abaissements *diurnes de la marée*;

Les époques de morte eau, vive eau ordinaire, ou vives eaux d'équinoxe, auxquelles les épuisements devront avoir lieu;

La durée de l'asséchement du réservoir;

Le temps de fonctionnement des appareils d'épuisement;

Le genre de force motrice de cette opération;

L'espace nécessaire à l'installation de cette force, de ses transmissions de mouvement, et à celle des appareils d'épuisement;

Les dépenses *initiales* à faire pour ces installations;

Enfin la dépense totale annuelle, y compris les intérêts des dépenses premières, les frais d'entretien et de renouvellement, et en tenant compte du nombre de fois par an que les appareils d'épuisement fonctionneront.

On va présenter ci-dessous la marche suivie pour le système d'épuisement

des eaux de la nouvelle forme sèche de radoub au port de Lorient, représentée figure 706 des planches.

Figures 706 des planches.

On a partagé la profondeur de cette forme par tranches depuis le niveau des vives eaux d'équinoxe jusqu'au fond de la cunette. Les plans supérieurs et inférieurs de subdivision de ces tranches correspondent à des lignes d'eau principales et à des paliers de banquettes.

On a calculé par chaque tranche de hauteur connue :

1° Le volume d'eau ;

2° La section moyenne qui y correspond ;

3° La distance du centre de gravité de cette tranche aux niveaux suivants ; des basses mers de vive eau ordinaire ; de la marée descendante à la dixième demi-heure ; de la demi-amplitude des vives eaux ordinaires ; de la quatrième demi-heure de marée descendante ; enfin des hautes mers de vives eaux ;

4° Les *moments* de chaque tranche par rapport à ces mêmes niveaux.

On n'a pas tenu compte du déplacement des navires admis dans la forme parce qu'il est très-variable ; qu'il peut arriver de plus qu'ils entrent avec des marées plus hautes que celles qui ont servi de base aux calculs ; et enfin parce que dans des recherches de cette nature, on ne doit se préoccuper que des limites des divers cas.

Les résultats numériques sont résumés dans le tableau suivant N° 1.

---

| DÉSIGNATION DES TRANCHES. | horizontale. moyenne de chaque tranche. | HAUTEUR moyenne de chaque tranche. | CUBE d'eau de chaque tranche | centre de gravité de chaque tranche aux basses mers de vives eaux. | ou produits des cubes d'eau A multipliés par les distances B. | de gravité de chaque tranche au niveau de la marée descendante à la 10e demi-heure. | ou produits des cubes d'eau A multipliés par les distances D. | tranche au niveau de la marée descendante à mi-marée ou à la 6e demi-heure. | ou produits des cubes d'eau A multipliés par les distances F. | de gravité de chaque tranche au niveau de la marée descendante à la 4e demi-heure. | ou produits des cubes d'eau A multipliés par les distances H. | de gravité de chaque tranche au niveau des hautes mers de vives eaux ordinaires. | ou produits des cubes d'eau A. multipliés par les distances K. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Tranches à partir du fond de la forme.* | | | | | | | | | | | | | |
| Première tranche, arrasant le dessous des chantiers . . . . . . . | mq. 87,60 | m. 0,399 | m. 35,05 | m. 4,242 | mc. 148,61 | m. 4,574 | mc. 160,32 | m. 5,852 | mc. 206,04 | m. 6,648 | mc. 233,01 | m. 9,45 | mc. 261,12 |
| Deuxième tranche, ayant la hauteur des chantiers. . . . . . . . | 264 00 | 0,320 | 84,49 | 3,682 | 311,09 | 4,014 | 339,14 | 5,292 | 446,90 | 6,088 | 514,37 | 6,89 | 582,15 |
| Troisième tranche, ayant la hauteur de la banquette 0m,50. . . . . | 528,80 | 0,500 | 264,24 | 3,172 | 864,57 | 3,604 | 952,32 | 4,882 | 1290,00 | 5,678 | 1500,55 | 6,48 | 1712,27 |
| Quatrième tranche, dont le dessus arrase le niveau du radier de l'écluse. | 914,00 | 0,380 | 347,54 | 2,832 | 984,25 | 3,164 | 1099,60 | 4,442 | 1543,77 | 5,238 | 1820,41 | 6,040 | 2099,14 |
| Cinquième tranche, arrivant au-dessus de la banquette de 0m,95 de hauteur. | 1008,60 | 0,570 | 574,64 | 2,357 | 1354,39 | 2,689 | 1545,20 | 3,967 | 2279,57 | 4,763 | 2737,01 | 5,563 | 3197,97 |
| Sixième tranche, arrivant au niveau du dessus de la banquette de 1m,57 de hauteur. . . . . . . . . | 1274,00 | 1,570 | 2000,52 | 1,287 | 2574,64 | 1,619 | 3238,84 | 2,897 | 5795,44 | 3,693 | 7387,92 | 4,495 | 8992,52 |
| Septième tranche, se terminant par le haut au niveau des basses mers de vive eau ordinaire. . . . . | 1545,00 | 0,502 | 775,59 | 0,251 | 194,66 | 0,85 | 452,17 | 1,861 | 1443,53 | 2,657 | 2060,74 | 3,559 | 2682,74 |
| | | 4,241 | (n) 4082,07 | | (m) 6432,26 | | 7787,59 | | 13005,65 | | 16253,81 | | 19527,69 |
| Huitième tranche, dont le dessus arrase le niveau de la marée descendante à la 10e demi-heure. . . . | 1575,00 | 0,552 | 522,23 | . . . . . | . . . . . . | 0,166 | 86,68 | 1,444 | 754,10 | 2,240 | 1169,79 | 3,044 | 1589,60 |
| | | 4,570 | 4604,50 | | | | 7874,27 | | | | | | |
| Neuvième tranche, dont le dessus arrase le niveau de mi-marée descendante. . . . . . . . | 1575,00 | 1,278 | 2010,29 | . . . . . | . . . . . . | . . . . . | . . . . . | 0,659 | 1284,59 | 1,435 | 2884,76 | 2,259 | 4501,02 |
| | | 5,848 | 6615,59 | | | | | | 15043,72 | | | | 25618,37 |
| Dixième tranche, dont le dessus arrase le niveau de la marée descendante à la 4e demi-heure. . . . | 1575,00 | 0,796 | 1252,11 | . . . . . | . . . . . . | . . . . . | . . . . . | . . . . . | . . . . . | 0,398 | 498,35 | 1,202 | 1505,05 |
| | | 6,644 | 7867,70 | | | | | | | | 20806,69 | | |
| Onzième tranche, dont le dessus arrase le dernier palier supérieur de la forme . . . . . . . . . . | 1575,00 | 0,404 | 635,49 | . . . . . | . . . . . . | . . . . . | . . . . . | . . . . . | . . . . . | . . . . . | . . . . . | 0,602 | 382,56 |
| Douzième et dernière tranche, dont le dessus atteint le niveau des vives eaux ordinaires. . . . . . . | 1528,00 | 0,400 | 691,20 | . . . . . | . . . . . . | . . . . . | . . . . . | . . . . . | . . . . . | . . . . . | . . . . . | 0,20 | 138,59 |
| | | 7,448 | 9194,59 | | | | | | | | | | 27644,35 |

Il résulte des chiffres ci-dessus :

| | | |
|---|---|---|
| 1° Que si on laisse la forme se vider naturellement jusqu'au niveau des basses mers, le volume d'eau à enlever ne sera que de. . . . . . . . | 4,082$^{mc}$05 | |
| Que le moment de ce volume d'eau élevé jusqu'au niveau de mi-marée ne sera que de. . . . . . . . . . . . . . . | 13,005 | ,05 à 1$^{m}$. |
| Et que le moment de ce volume d'eau élevé jusqu'au niveau des hautes mers de vive eau ordinaire. *Id. Id.* . . . . . . | 19,527 | ,69 — |
| Différence. . . . . . . . | 6,522 | ,64 |

L dernier chiffre est presque moitié en sus du précédent.

| | | |
|---|---|---|
| 2° Que si, au contraire, l'épuisement commence à la mi-marée ou après 3 heures de marée baissante, le cube d'eau à enlever sera de. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 6,615 | ,50 |
| Dont le moment, par rapport au même niveau de mi-marée sera de. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 15,043 | ,72 à 1$^{m}$. |
| — *Id.* — *Id* — au niveau des hautes-mers de vive eau ordinaire. . . . . . . . . . . . . . . . . | 25,618 | ,37 |
| Différence. . . . . | 10,574 | ,65 |

Le second chiffre excède le premier presque des $\frac{2}{3}$.

Pour épuiser le moment 13,005$^{mc}$,05 en 3 heures après la basse mer, il faudrait un moteur capable d'élever 4,335 mètres cubes d'eau à 1 mètre par heure, ou d'environ 14 à 15 chevaux vapeur, et la forme serait vidée en. . . . 9 heures après l'entrée du navire à visiter.

Le même moteur mettrait 4$^{h}$,45 à enlever le moment 19527,69, et la forme ne serait à sec que. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 10 heures après l'entrée du navire.

Pour épuiser le moment 15043,72 en 3 heures après la base mer, et assécher la forme 9 heures après l'entrée du navire, il faudrait un moteur capable d'élever 2507 mètres cubes d'eau à 1 mètre par heure, ou d'environ 8 chevaux vapeur ; mais le moteur devrait *fonctionner* pendant six heures.

Le même moteur de 8 chevaux emploierait près de 10 heures pour enlever le moment 25618,37, et la forme ne serait à sec que. . . . . . . . 13 heures après l'entrée du bâtiment.

Il y a donc entre la force du moteur, l'époque où il commence à fonctionner, la hauteur du dégorgement des eaux, des relations susceptibles de fournir, soit un minimum de temps écoulé depuis l'entrée d'un navire jusqu'à la mise à sec de la forme, soit un minimum de dépense d'épuisement, soit enfin un minimum du produit composé de ces deux choses, et *d'après leur degré relatif d'importance.*

On le trouve en combinant les résultats du tableau précédent des moments d'eau, avec les équations de la courbe diurne d'ascension des marées.

On supposera d'abord que le dégorgement des eaux épuisées se fait toujours en un même point, et on considérera deux cas : Dégorgement des eaux au même point.

1° Celui où l'épuisement ne commencera qu'au moment de basse mer.

2° Celui où l'épuisement commencera avant cette époque.

Premier cas.

En appelant $z$ la hauteur du dégorgeoir constant au-dessus du niveau des basses mers ; $\varepsilon$ la distance, à ce même niveau, du centre de gravité du volume d'eau V, resté dans la forme ; M le moment de travail du moteur par demi-heure, en *supposant que toute sa force puisse être toujours utilisée pendant toute la période d'action* ; $y$ le nombre de demi-heures que le moteur emploiera pour assécher la forme et pour élever la masse des eaux à la hauteur $\varepsilon + z$ du dégorgeoir constant des eaux ; on aura :

$$y = \frac{V(\varepsilon + z)}{M} = \frac{V\varepsilon + Vz}{M} = \frac{6432.26 + 4082,70\, z}{M} \quad (1).$$

6432,26 étant le chiffre ($m$) du tableau N° 1, et 4082,70 le chiffre $n$ du même tableau :

L'équation exacte de la courbe des ascensions et abaissements diurnes des marées rapportée à la page 185 du tome 2 du programme ne se prêtant pas à des calculs numériques et faciles, on a substitué à cette courbe deux paraboles à exposant fractionnaire, ayant toutes deux des axes verticaux, et des tangentes horizontales à leurs sommets, et étant tangentes entre elles à la hauteur de mi-marée. On s'est assuré que les cotes qu'elles donnaient s'accordaient avec une approximative suffisante avec les chiffres d'observation.

L'équation de la parabole dont le sommet est au niveau des basses mers, est, par rapport à ce sommet :

$$z = 0,0364.\text{K}.\, y^{\frac{3}{2}} \quad (2).$$

$k$ étant l'amplitude de la marée ascendante ou $3^{m},21$, dans les vives eaux ordinaires au port de Lorient.

L'équation de la parabole dont le sommet est au niveau des hautes mers, est, par rapport à ce sommet :

$$z = 0,0312.\text{K}.\, y'^{\frac{3}{2}} \quad (3).$$

Si l'on rapportait cette deuxième parabole au même sommet que l'autre, il faudrait y faire :

$$y' = 12^{h} - y \text{ et } z' = K - z = 3^{m},21 - z.$$

En combinant les équations (2), (3) avec l'équation (1), on obtiendra une relation entre $y$ et M, qui donnera des valeurs de l'une ou de l'autre correspondantes au minimum de $y$, de M et de $My$, ou de toute autre combinaison de ces deux éléments, telle que $My\,(12^{d.h} + y)$ M. Cette dernière suppose qu'on attache une importance égale à réduire la quotité de la force motrice, à économiser son travail, et à assécher la forme dans le moindre temps après l'entrée du navire.

On a trouvé que le minimum de $My\,(12 + y)$ correspond à. . . . $y = 0,48$
Celui de $M \times My$ à. . . . . . . . . . . . . . . . . . $y = 3,55$
Celui de $(12 + My).\,My$. à. . . . . . . . . . . . . . . $y = 3,90$

Pour vérifier ces résultats de l'analyse, on a calculé les chiffres du tableau suivant en se donnant pour $z$ et $y$ les coordonnées numériques de la courbe des marées de demi-heure en demi-heure, et l'on a substitué ces valeurs dans l'équation (1).

TABLEAU N° 2.

| VALEURS | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Successives de $z$ dans la courbe des marées. | Correspondantes de $y$ dans la même courbe. | de $(12+y)$ | de M déduites. | de $yM$, déduites. | de $My(12+y)$ déduites. | de $M^2y$ déduites. | de $M^2y(12+y)$ déduites. |
| $x = 3,21$. . . . . . . . . . . . . | 12 | 24 | 1627,97 | 19535,64 | 468855,36 | 31803437,84 | 763282460,42 |
| $x = 3,21 \times 0,96871$ . . . . . . . . | 11 | 23 | 1738,70 | 19125,70 | 439891,10 | 33263854,59 | 764838655,57 |
| $x = 3,21 \times 0,9118$. . . . . . . . . | 10 | 22 | 1838,00 | 18380,00 | 404360,00 | 33782440,00 | 743213680,00 |
| $x = 3,21 \times 0,83761$ . . . . . . . . | 9 | 21 | 1934,20 | 17407,80 | 365563,80 | 33367016,66 | 707073501,96 |
| $x = 3,21 \times 0,74968$ . . . . . . . . | 8 | 20 | 2031,96 | 16255,68 | 325113,60 | 33030886,53 | 660617830,66 |
| $x = 3,21 \times 0,6527$. . . . . . . . . | 7 | 19 | 2140,70 | 14984,90 | 284713,10 | 32078175,45 | 609485333,17 |
| $x = 3,21 \times 0,54$ . . . . . . . . . . | 6 | 18 | 2251,36 | 13508,16 | 243146,88 | 30411731,09 | 547411159,76 |
| $x = 3,21 \times 0,4078$. . . . . . . . . | 5 | 17 | 2355,17 | 11775,85 | 200189,45 | 27222223,24 | 471480186,96 |
| $x = 3,21 \times 0,2939$. . . . . . . . . | 4 | 16 | 2570,84 | 10283,36 | 164533,76 | 26436873,22 | 422989971,56 |
| $x = 3,21 \times 0,1906$. . . . . . . . . | 3 | 15 | 2976,60 | 8929,80 | 133947,00 | 26580442,68 | 398706640,20 |
| $x = 3,21 \times 0,1036$. . . . . . . . . | 2 | 14 | 3894,90 | 7789,80 | 109057,20 | 30340492,02 | 424766888,28 |
| $x = 3,21 \times 0,3674$. . . . . . . . . | 1 | 13 | 6913,70 | 6913,70 | 89870,10 | 47799247,69 | 621590219,97 |
| $x = 0$ . . . . . . . . . . . . . . . | 0 | 12 | » | » | » | » | » |

Une construction géométrique très-simple fera connaître le nombre de demi-heures qui s'écoulera depuis la basse mer jusqu'à l'asséchement de la forme, pour un moment moteur M qui sera donné, et *vice versâ*. A basse mer.

Il suffira de tracer les courbes des marées en prenant les $y$ pour abscisses et les $z$ pour ordonnées, et de remarquer que l'équation (1) est celle d'une ligne droite qui rencontre l'axe des $y$ au point $y_0 = \frac{6432,28}{M}$ et l'axe des $z$ au point $z_0 = \frac{6423,28}{4082,07}$ indépendant de M.

Le point d'intersection de la ligne correspondante à une valeur déterminée de M, avec la courbe des marées, donnera la valeur correspondante de $y$.

Cette construction fait reconnaître : qu'un moment moteur de 900 mètres cubes d'eau à 1 mètre par demi-heure, correspondant à 6,60 chevaux vapeur, n'asséchera la forme que $10^h,5$ après la basse mer, ou $16^h,50$ après l'entrée du bâtiment, en *supposant toujours que cette force fût complétement utilisée à toutes les époques de l'épuisement.*

Si l'on voulait tenir compte du déplacement du bâtiment, il y aurait à substituer à l'équation (1) celle :

$$y = \frac{(6432,23 - T) + (4023,07 - V).\, z.}{M}$$

où T est le moment du déplacement par rapport au niveau des basses eaux, et V le volume déplacé.

Deuxième cas.

L'épuisement commencé à une époque quelconque de marée baissante, pour finir à une époque quelconque de marée remontante, peut toujours être ramené à la circonstance plus simple où l'épuisement commence et finit *au même niveau* des marées.

Car, soit *ab* le niveau de la marée baissante au commencement de l'épuisement ; *cd* celui de la marée remontante, à la fin de l'opération, ou *vice versâ*. Il y aura toujours un certain niveau *rs* qui sera tel ; que le moment du volume *ris*, élevé jusqu'à ce niveau, sera le même que celui du moment *abi* élevé jusqu'au niveau *cd* ; et le niveau *rs* aura, en outre, l'avantage de hâter l'asséchement et de diminuer la durée du travail.

Le moment moteur sera égal à 2 M$y$, en ne prenant les $y$ qu'à droite de l'origine des coordonnées de la parabole inférieure des marées. Ce moment devra être égal à la somme :

1° Du moment $6432,28 + 4082,07\ z$ du volume d'eau restant à basse mer;

2° Du moment de la tranche comprise entre le niveau de basse mer et la hauteur du dégorgeoir.

Ce dernier est égal à $s$ la section horizontale moyenne de la tranche, multipliée par $z$ qui est la hauteur, et par $\frac{z}{2}$ qui est la distance approximative du centre de gravité au dégorgeoir.

Donc :

$$2\,\mathrm{M}y = 6432,28 + 4082,07\ z + \mathrm{S} \times \frac{z}{2}$$

est l'équation des moments,

S = 1728 mètres carrés dans les $0^{m},40$ de hauteur qui se terminent au niveau des hautes mers de vive eau, et = 1573 mètres carrés dans les $2^{m},81$ de l'amplitude totale; en prenant la moyenne composée qui est de 1592 mètres carrés, on pose en définitive :

$$2\,\mathrm{M}y = 6432,28 + 4082,07z + 1592z^2 \ (1).$$

et, suivant la même marche que pour le tableau N° 2, on a dressé le tableau ci-dessous N° 3.

TABLEAU N° 3.

| VALEURS | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Successives de $z$ dans la courbe parabolique des marées. | Correspondantes de $y$ dans la même courbe. | de $12+y$. | de M déduites | de $2\mathrm{M}y$ déduites. | de $2\mathrm{M}y(12+y)$ déduites. | de $2\mathrm{M}^2y$ déduites. | de $\mathrm{M}2y\,(12+y)$ déduites. |
| $x$=3,21. . . . . . . . . . . . . . . . | 12 | 24 | 1155,80 | 27737,76 | 665706,24 | 32057658,74 | 693833298,00 |
| $x$=3,21×0,96874=3,10955. . . | 11 | 23 | 1219,20 | 26822,40 | 616915,20 | 32701870,08 | 752143011,00 |
| $x$=3,21×0,9118 =2,92687. . . | 10 | 22 | 1259,95 | 25198,92 | 554376,24 | 31749379,25 | 698486343,00 |
| $x$=3,21×0,85761=2,68872. . . | 9 | 21 | 1286,79 | 23162,26 | 486407,46 | 29804964,55 | 625904255,00 |
| $x$=3,21×0,74968=2,40646. . . | 8 | 20 | 1304,08 | 20865,28 | 417305,60 | 27209994,54 | 544199886,00 |
| $x$=3,21×0,6527 =2,09516. . . | 7 | 19 | 1319,93 | 18479,04 | 351101,76 | 24391039,27 | 463429746,00 |
| $x$=3,21×0,54 =1,73340. . . | 6 | 18 | 1324,08 | 16890,84 | 287197,12 | 21066970,00 | 379205460,00 |
| $x$=3,21×0,4078 =1,30904. . . | 5 | 17 | 1313,98 | 13139,98 | 223379,16 | 17265670,92 | 293510405,63 |
| $x$=3,21×0,2939 =0,94342. . . | 4 | 16 | 1373,93 | 10991,86 | 175869,76 | 15102595,80 | 241641532,84 |
| $x$=3,21×0,1906 =0,61183. . . | 3 | 15 | 1537,96 | 9227,76 | 138416,40 | 14191925,77 | 212878886,54 |
| $x$=3,21×0,1036 =0,33256. . . | 2 | 14 | 1969,46 | 7877,84 | 110289,76 | 15551509,77 | 217211270,73 |
| $x$=3,21×0,3674=0,1179. . . . . | 1 | 13 | 3462,37 | 6924,74 | 90021,62 | 23976012,03 | 311688156,44 |

On voit par ce tableau : qu'il y a un minimum pour M qui correspond à l'intervalle entre $y = 4$ et $y = 6$, et qui est très-près de ce dernier ; que le minimum de $M \times My$ correspond à peu près à $y = 5$ ; et que celui de $(12 + y).My.M$, est entre $y = 2$ et $y = 4$.

Une construction géométrique peut également représenter les résultats, en remarquant que l'équation (4) est celle d'une parabole rapportée à des coordonnées parallèles à celle du sommet, dont l'axe est une parallèle à l'axe des $y$, et à une distance en contre-bas $\frac{4082}{1592} = 2^m,51$ indépendante de M, et dont le sommet est à droite de l'axe des $z$, et à une distance égale à $\frac{3216,14 - \frac{(2041)^2}{1592}}{M}$ en fonction de M.

La parabole correspondante au moment M de 900 mètres cubes, à 1 mètre par demi-heure, indiquerait $15^h \frac{1}{4}$ pour le temps d'asséchement de la forme, au lieu de $16^h,50$ trouvées plus haut, lorsque l'épuisement ne commence qu'à la basse mer, mais la durée du travail du moteur est bien plus considérable.

Si l'on compare entre eux les chiffres des tableaux 2 et 3, on reconnaît :

Que pour une même valeur de $12 + y$, les valeurs de M sont moins grandes dans le tableau N° 2 que dans le tableau N° 1.

Que les valeurs de $2My$ et $2My\,(12+y)$ sont plus considérables dans le tableau N° 2 que leurs correspondants $My$, $My\,(12+y)$ du tableau N° 1.

Les produits composés $2My \times M$ et $2My.M\,(12+y)$ sont au contraire moindres dans le tableau N° 2 que leurs correspondants $My \times M$ et $My.M\,(12+y)$ du tableau N° 1.

La solution de toutes les questions qui peuvent être posée dans les deux cas du dégorgement des eaux épuisées en un même point, se trouvera dans les deux tableaux N$^{os}$ 2 et 3, ou dans les constructions géométriques qui s'y rattachent. Mais il importe de ne pas oublier que ces solutions supposeront toutes que toute la *force du moteur sera utilisée à une époque quelconque du travail.*

Le déplacement du bâtiment, dont il n'a pas été tenu compte, aurait évidemment plus d'influence sur les résultats du tableau N° 3 que sur ceux du N° 2.

Le dégorgement des eaux d'épuisement, au niveau variable des marées, devait épargner une portion considérable de la force motrice. Épuisements dans l'hypothèse où les eaux dégorgeraient au niveau variable des marées.

Mais ce n'est que par des calculs numériques fort longs que l'on peut

résoudre les questions qui s'y rapportent, et former des tableaux analogues à ceux ci-dessus N$^{os}$ 2 et 3.

En effet, il faut ici considérer d'abord un moteur d'une force déterminée, et faire diverses hypothèses sur l'époque de la marée où il commence à fonctionner, puis reprendre les mêmes séries de calculs dans les même hypothèses pour un second et un troisième moteur, etc., etc. Ce cadre est trop vaste pour qu'on l'ait rempli, et l'on s'est borné, pour les recherches relatives à l'assèchement de la forme de radoub de Lorient, aux calculs relatifs au moteur dont le moment de travail est 900 mètres cubes élevés à 1 mètre par demi-heure (6,60 chevaux vapeur) et dans les hypothèses suivantes :

1° Celle où l'épuisement commencerait immédiatement après l'entrée du bâtiment à visiter, c'est-à-dire au niveau des hautes mers de vive eau ordinaire.

2° Celle où l'épuisement commencerait à la quatrième demi-heure de la marée descendante.

3° Enfin, celle où l'épuisement ne commencerait qu'à la dixième demi-heure de marée descendante.

On va présenter la série des calculs pour la première hypothèse, en ne tenant point compte, du reste, du déplacement du bâtiment.

Le temps de l'épuisement et celui de l'abaissement de la marée ont été partagés en intervalles égaux chacun d'une demi-heure. L'abaissement de la marée a été représenté ainsi par une figure polygonale.

En nommant $s$ la section horizontale de la forme au commencement de l'épuisement ;

$s'$, $s''$, $s'''$ les sections successives ;

$\zeta$ La hauteur de la première tranche élémentaire de la forme enlevée par le moteur ;

$\zeta'$, $\zeta''$, $\zeta'''$ les hauteurs des tranches successives au-dessous.

$x'$, $x''$, $x'''$ les chutes de la marée par chaque demi-heure, $y$.

P l'amplitude de la marée.

Le cube d'eau enlevé dans la première demi-heure sera. . . . . $sz$

La hauteur d'élévation des eaux sera $\frac{z}{2}$ diminué de la demi-somme des distances de la marée au niveau initial, c'est-à-dire de $\frac{o+x}{2}$ dont le moment sera :

$$M = S\,\zeta\left(\frac{\zeta}{2} - \frac{x}{2}\right)$$

soit $\zeta_1$ la valeur que cette équation donnera pour $\zeta$.

Pour la deuxième demi-heure on aura :

$$M = S\zeta'\left(\frac{\zeta'}{2} + \zeta_1 - x - \frac{x'}{2}\right)$$

d'où l'on déduira $\zeta'$, et ainsi de suite.

Quand on passe d'une section $s$ à la section suivante $s^1$ ; il arrive presque toujours que $\zeta_1$ pénètre dans la nouvelle section, mais l'on fait le calcul en prenant la section moyenne $s_0$ de la formule :

$$S^{n-1}\,a + S^n\,a' = S_0\,(a + a').$$

Ou $a + a^1$ est égal au $\zeta_n$ provisoire.

Cette marche de calcul subsiste jusqu'à ce que la marée ait atteint l'étale de basse mer, et que l'eau continue de baisser dans la forme, pendant qu'elle monte à l'extérieur. Alors l'équation devient :

$$M = S.\,\zeta_n\left(\frac{\zeta_n}{2} + \zeta_{n-1} + \zeta_{n-2} \ldots\ldots - P + x + x_{n-1} + \frac{x_n}{2}\right)$$

$x$, $x_n$ et $\frac{x_n}{2}$ étant ici les ordonnées du polygone ascendant.

En effectuant les calculs, on trouve que le moteur de la force de 900 mètres cubes à 1 mètre par demi-heure, aurait asséché la forme dans le temps $12 + y$ ou. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 16 demi-heures après l'entrée du navire.

Et en fonctionnant pendant ce même temps $y$. . . . 16 demi-heures.
Le travail total du moteur est de. . . . . . . . . . . . . . . . 14,400
Le produit de ces deux *termes*, est. . . . . . . . . . . . . . 230,400

En recommençant les calculs pour la deuxième hypothèse, celle où l'épuisement ne commence qu'à la quatrième demi-heure de marée descendante, on arrive :

A un intervalle de temps de $8^h\,\frac{3}{4}$ ou 17,50 demi-heures après l'entrée du navire :

Et à une durée d'action du moteur de $6^h\,\frac{3}{4}$ ou 13,50 demi-heures.

Ce qui donne pour le travail total du moteur. . . . . . . . 12150

Le produit de ces deux chiffres est. . . . . . . . . . . . . 212625

Enfin, dans la troisième hypothèse, celle de l'épuisement commencé à la dixième demi-heure de marée descendante ; le même moteur du moment de 900, mettra la forme à sec en. . . . . . . . . 18 demi-heures.

Après l'entrée du bâtiment, et par un fonctionnement de 9 demi-heures.

Ce qui donne pour le travail total du moteur. . . . . . . . . . 8100

Le produit de ces deux derniers chiffres est de. . . . . . . . 145800 qui est moindre que les deux précédents.

Ce résultat cadre avec ceux trouvés dans les tableaux 2 et 3. Mais si l'on compare les chiffres de temps d'asséchement et de temps de travail du moteur, et de leurs produits composés, avec ceux qui leur correspondent dans les tableaux ci-dessus, on reconnaîtra l'énorme avantage du dégorgement des eaux d'épuisement au niveau variable des marées, sur leur élévation à un dégorgeoir à hauteur constante.

En effet, les valeurs de M, M$y$, M$y$ $(12 \times y)$ du tableau N° 2 et M, 2M$y$ et 2M$y$ $(12 \times y)$ du tableau N° 3 qui correspondent à $12 + y = 18$ demi-heures sont :

Dans le tableau N° 2 :

$$M = 2251 ;\ My = 13508 ;\ My\,(12 + y) = 243146.$$

Dans le tableau N° 3 :

$$M = 1324{,}98 ,\ {}^2My = 15899 ;\ My\,(12 + y) = 286197.$$

Mais les calculs ci-dessus pour le dégorgement au niveau variable des marées, comme ceux des tableaux N$^{os}$ 2 et 4, supposent l'emploi *utile de toute la force du moteur à une époque qnelconque de son action.*

Dans la pratique, et quel que soit le système de moteurs et de machines élévatoires, on ne peut réaliser une variabilité de vitesse de marche qui se coordonne exactement avec toutes les variations dans la hauteur d'élévation des eaux, et de manière à reproduire le même effet utile *dans l'unité de temps.*

Mais l'on s'est rendu compte pour la troisième hypothèse ci-dessus du dégorgement des eaux au niveau variable des marées, de la perte de force du moteur ; et de l'augmentation dans le temps total de travail, et dans le temps d'asséchement de la forme.

On a supposé que les vitesses d'ascension *continue* des eaux épuisées pourraient être rendues variables depuis 0$^m$,05 par seconde jusqu'à 0$^m$,50, avec le moteur de 900 mètres cubes d'eau à 1 mètre par demi-heure commençant à fonctionner à la dixième demi-heure de marée descendante.

On s'est arrêté à quatre pompes à *simple effet*, dont le diamètre $d$ correspondant à la vitesse minimum de $2 \times 0^m{,}05$ par seconde, se déduisait de la formule :

$$4.\frac{\pi d^2}{4} \times 2 \times 0^m 05 = \frac{M(1 + r)}{1800'' \times H}$$

$r$ étant la fraction de la force motrice qui représente les pertes inévitables de

force *dans les pompes ;* et H le maximum de hauteur d'élévation des eaux, lequel correspond au minimum de vitesse $0^m,05$ par seconde. H est égal à $5^m,974$ dans la troisième hypothèse ci-dessus du dégorgement des eaux au niveau variable des marées (voir les tableaux 1 et 2).

En posant $r=0,41$, on trouve :

$$d^2 = 0^{mq},376.... \text{ ou } d = 0^m,614.$$

Cela posé, il s'agit de rechercher les pertes de force vive qui auront lieu avec la vitesse initiale maximum continue de $0^m,50$ par seconde, et les vitesses qui lui succéderont jusqu'au moment où toute *la force du moteur sera utilisée :*

Soit $F=\frac{900^{mc}}{1800}=0^{mc},50$ élevés à 1 mètre ; $\omega$ la somme des sections des quatre pompes $= 1^{mq},188$.

$v$ la vitesse d'écoulement continue par seconde $= 0^m,50$ ; $h$ la hauteur correspondante au double de cette vitesse $=\frac{4v^2}{2.g}=0^m,052$ ;

$s$ La section horizontale de la tranche d'eau de la forme au commencement de l'épuisement $= 1573$ mètres carrés (voir le tableau n° 1).

$x$ la profondeur au-dessous du niveau initial de l'eau, de la tranche d'eau où la force vive du moteur sera complétement consommée (cette tranche n'ayant que l'épaisseur correspondante à une seconde de temps d'épuisement) ;

$y$ l'abaissement ou l'ascension de la marée à partir de la basse mer, considérée comme origine des coordonnées.

$y'$ le même abaissement compté de l'époque où commence l'épuisement ;

$t$ le temps par seconde écoulé depuis le commencement de l'épuisement ;

$\theta$ Le même temps par seconde compté depuis la basse mer.

On a les relations suivantes entre les inconnues $x$, $y$, $y'$, $t$ et $\theta$.

$$F = \omega . v\,(x \mp y' + h) ; \qquad Sx = \omega vt.$$

$y=d\mp y'$ ($d$ étant la hauteur dont la marée descend de la dixième à la douzième demi-heure).

$$t = 3600'' + \theta.$$

$$y = 0,0374 \times 3^m,21\,(1800'')^{\frac{3}{2}}\theta.$$

En appelant :

$$b \frac{\omega v}{s}\, 0,000375 ; \; e = A - c ; \; A = \frac{F}{\omega v} + d - h ; \; c = b \times 3600.$$

Avec la vitesse de $0^{m},12$, le volume d'eau enlevé par *chaque paire* de pompes *simples*, est égal à $0^{mq},297.0^{m},12=0^{mc},0356$, ou 128 mètres cubes à l'heure, et 256 mètres cubes pour les deux paires. La hauteur maximum d'élévation des eaux est la cote de $7^{m},45$ (tableau N° 1), depuis le fond de la forme jusqu'aux hautes mers de vive eau.

La force vive, théoriquement nécessaire pour l'élévation à cette hauteur du moindre volume d'eau ci-dessus de $0^{mc},0356$, sera :

$$2 \times \frac{0^{mc},0356 \times 7^{m},45 \times 1026^{kil.}}{75^{kil.}} = 7^{chev.},2$$

1026 kilog. est la pesanteur spécifique de l'eau de mer.

Au commencement de l'épuisement, quand la hauteur d'ascension de l'eau sera très-petite, chaque paire de pompes, marchant avec la vitesse de $9\times0^{m},12$ par seconde, fournira $0^{mc},297\times1^{m},08=0^{mc},3205$ par seconde, ou $1152^{mc},60$ par heure ; et $2305^{mc},2$ pour les deux couples de pompes.

Le système de transmission de mouvement intermédiaire entre les machines motrices et les couples de pompes, a été disposé de manière : à faire varier la vitesse des pistons en raison inverse de la résistance qu'ils ont à surmonter, laquelle est une colonne d'eau ayant pour base la section des pistons et pour hauteur la vraie différence des niveaux de l'eau dans la forme, et de la marée à l'extérieur. On réalise cette variabilité en altérant soit la longueur de la course, soit le nombre de pulsations dans l'unité de temps.

La longueur de la course se modifie en changeant la longueur des manivelles qui transforment le mouvement circulaire du moteur en mouvement de *va-et-vient*.

On fait varier le nombre de pulsations au moyen d'un double système d'engrenage.

Les deux paires de pompes constituent deux appareils distincts.

Figures 707 des planches.

On présente ci-dessous la légende descriptive qui se rapporte à la fig. 707 des planches.

LÉGENDE DESCRIPTIVE.

1° *Appareils des pompes.*

AB. (N° 1.) Puisard de $11^{m},35$ de profondeur avec revêtement en pierre de taille de granit.

C. Aqueduc par lequel le puisard communique avec le fond de la forme ; il y a $0^{m},162$ de pente à partir du point central du radier du réservoir situé dans la forme, jusqu'au débouché de cet aqueduc dans le puisard à 1 mètre au-dessus du fond.

D. Dégorgeoir avec double sabord (N° 2) par lequel le puisard communique avec la mer.

E. Niveau des basses mers de vives eaux ordinaires, élevé de 4m,242 au-dessus du fond du réservoir dans la forme, et de 5m,404 au-dessus du fond du puisard.

F. Niveau des hautes mers de vives eaux ordinaires, élevé de 7m,452 au-dessus du fond du réservoir situé dans la forme.

G. Conduit pour les chaînes servant à manœuvrer les sabords. Ces sabords s'ouvrent d'eux-mêmes de dedans en dehors, toutes les fois que l'eau est plus haute dans le puisard qu'au dehors; si l'inverse arrive, les sabords restent fermés sous la charge d'eau égale à la différence des niveaux. Si, dans ce cas, on tire les chaînes, on soulève d'abord les clapets H par lesquels le puisard se remplit; et quand l'eau est à peu près égale en dedans et en dehors, on ouvre facilement les sabords en entier.

IK (Nos 1 et 3). Plateforme en bois, bien calfatée, feutrée et doublée en cuivre par-dessous, qui sépare le puisard en deux capacités distinctes. Celle de dessous communique librement avec le fond de la forme par l'aqueduc C. Celle du dessus communique avec la mer par le dégorgeoir D. Cette plate-forme est posée dans une feuillure qui règne autour de la maçonnerie du puisard.

L (Nos 1 et 3). Corps de 4 pompes aspirantes qui prennent l'eau dans la capacité inférieure et la versent dans la capacité supérieure.

M (N° 1). Tuyaux d'aspiration de ces quatre pompes maintenus inférieurement par des traverses en bois : ces traverses sont tenues par le moyen de boulons scellés dans la maçonnerie.

N (N° 5). Soupapes dormantes ouvrant de bas en haut.

P Nos 6 et 6 *bis*. Piston garni de soupapes ouvrant de bas en haut.

Q (N° 5). Boîte à cuir traversée par la partie métallique de la tige du piston.

Le prolongement supérieur des tiges de piston est en bois de sapin. Toutes les parties métalliques auxquelles peut atteindre l'eau de mer sont en bronze, excepté les tuyaux d'aspiration M qui sont en cuivre rouge et en ouvrage de chaudronnerie.

Les quatre corps de pompes sont fondus et alésés sur une hauteur de 1m,10 et sur un diamètre de 0m,615.

Le niveau dans le puisard étant le même que le niveau extérieur de la mer, on voit que la charge de chaque piston dans sa course ascensionnelle est égale au poids d'une colonne d'eau ayant pour hauteur la différence des niveaux en dedans et en dehors de la forme.

### 2° *Transmissions de mouvement.*

R (Nos 1 et 4). Arbre à deux pignons mis en mouvement par une machine à vapeur de la force de 6 chevaux ; un bout d'arbre intermédiaire, muni de deux articulations à la Cardan, établit la communication entre l'arbre R et celui du volant de la machine à vapeur.

S (N$^{os}$ 1 et 4). Arbres secondaires à deux roues, engrenant avec les pignons de l'arbre R, savoir :

La grande roue avec le petit pignon, quand on veut obtenir un petit nombre de pulsations; et la petite roue avec le grand pignon quand on veut obtenir un grand nombre de pulsations.

T (N° 10). Manivelle à coulisse fixée sur l'arbre S.

U (N° 10). Bouton pouvant être approché ou éloigné du centre de rotation au moyen d'une vis noyée dans la coulisse.

V. Bielle attachée d'une part au bouton U de la manivelle, et d'autre part à la tige du piston.

W. Roulettes en bronze guidées par les montants en fonte de fer X pour maintenir la tige du piston dans son mouvement rectiligne vertical.

AA (N$^{os}$ 1 et 4). Plateformes en bois recouvrant le puisard et servant de sole d'appui aux chevalets de support des arbres R et S.

YY (N° 1). Plateformes à jour facilitant la descente dans le puisard; celle de dessus sert de point d'appui aux guides X des roulettes. Ces plate formes sont tenues par des boulons scellés dans la maçonnerie.

Z. Clapet en forme de cône manœuvré par en haut au moyen d'un palan, et servant à établir une communication entre les deux capacités distinctes du puisard, soit pour introduire de l'eau dans la forme lorsque les sabords du dégorgeoir sont ouverts, soit pour vider le puisard dans la forme, quand le dégorgeoir est fermé, à l'effet de visiter les pompes.

## LÉGENDE DES DÉTAILS.

N° 5. Plan et coupe de soupapes dormantes N avec les détails de la boite Q n° 1.

N$^{os}$ 6 et 6 *bis*. Plan et coupe du piston avec les détails de sa garniture et le moyen de la serrer en dessous.

N° 6 *bis*. Coupe des clapets du piston dont la charnière est en cuir; ces clapets sont entièrement pareils à ceux des soupapes.

N° 7. Détails d'assemblage de la tige métallique du piston avec le prolongement en bois.

Le dessin semble indiquer un taraudage à l'extrémité de la tige en bronze, c'est une faute; la tige n'est réunie avec le manchon qui l'entoure que par le moyen d'une clavette.

Les écrous noyés dans le bois, qu'on aperçoit à l'extémité des boulons qui fixent le manchon, ont été introduits latéralement par dehors, avant le placement des cercles qui les recouvrent.

La pièce de bois est évidée sur une certaine longueur pour loger la tige métallique du piston quand on veut retirer celui-ci de son corps de pompe. Pour faire cette opération, on met le piston au haut de sa course, on l'arrête ainsi à faux frais; on retire la clavette qui réunit la tige au manchon; on fait descendre la tige en bois jusqu'à ce qu'on puisse passer une clavette par les trous $a, b$; on démonte le siége

des soupapes dormantes ; enfin, on enlève le piston en virant au volant de la machine à vapeur.

N° 8. Détails d'emmanchement des bielles et des roulettes avec les tiges en bois.

N° 9. Montants en fonte de fer servant de gardes aux roulettes X, n° 1.

X' N°s 1 et 9. Barres en fer sur lesquelles appuient les tiges des pistons au moyen d'une clavette qui les traverse quand les bielles sont démontées.

N° 10. Détails des manivelles à coulisse et du bouton U qui s'y trouve logé.

*c* Coupe de la manivelle et de l'arbre } parallèlement à la coulisse.
*d* Coupe de la manivelle et du bouton }

*e* Coupe de la manivelle et du bouton perpendiculairement à la coulisse.

*f* Butoir du pied de la vis, en acier.

*g* Manchon percé carrément, qui s'adapte sur la tête de la vis et dans lequel on peut engager une clef passant par le conduit *h* à travers la queue de la manivelle et l'arbre S (n° 1); au moyen de cette clef, on peut faire courir le bouton U dans sa coulisse, pourvu qu'on ait commencé par desserrer l'écrou *i*.

N° 11. Extrémité supérieure des bielles qui s'attache au bouton U des manivelles.

N° 12. Plan et coupe des grandes roues des arbres S (n° 1) ayant 138 dents. La petite roue du même arbre en a 96.

N° 13. Plan et coupe des pignons de l'arbre principal R (n° 1).

N° 14. Coupe des piédroits principaux des chevalets de support du système d'engrenage (n° 1).

N° 15. Entretoise réunissant ensemble les deux chevalets de support du système d'engrenage (n° 1).

N° 16. Palier des arbres S n° 1.

N° 17. Palier de l'arbre R n° 1.

Le système d'engrenage et de bielles qui vient d'être expliqué, placé parallèlement à l'une des parois du puisard, fait mouvoir une paire de pompes. Un second mécanisme, exactement pareil, placé sur la paroi opposée du puisard, fait mouvoir la seconde paire de pompes.

Les deux pompes de chaque mécanisme sont disposées de façon que l'un des pistons monte lorsque l'autre descend, et inversement. Le produit de ces deux pompes à *simple effet* est le même que celui d'une pompe unique de même dimension à double effet.

Le rayon des manivelles, ou la demi-course des pistons, peut varier de $0^m,15$ à $0^m,45$.

A chaque tour de l'arbre R ou du volant de la machine à vapeur, les pompes font $\frac{36}{138}=\frac{6}{23}$ ou $\frac{76}{98}=\frac{38}{49}$ de pulsations, selon qu'on fait engrener le petit pignon ou le grand pignon de l'arbre R.

Le chemin total parcouru par chaque piston, pendant que l'arbre /R fait un tour, peut varier :

$$\left.\begin{array}{l}\text{Depuis } 4 \times 0{,}15 \times \frac{6}{23} = 0^{m},157 \\ \text{jusqu'à } 4 \times 0{,}45 \times \frac{6}{23} = 0^{m},470\end{array}\right\}\text{Lorsque c'est le petit pignon qui engrène.}$$

$$\left.\begin{array}{l}\text{et depuis } 4 \times 0{,}15 \times \frac{38}{49} = 0^{m},465 \\ \text{jusqu'à } 4 \times 0{,}45 \times \frac{38}{49} = 1^{m},396\end{array}\right\}\text{Lorsque c'est le grand pignon qui engrène.}$$

Ainsi, la vitesse des pistons peut varier d'une *manière continue*, à peu près dans le rapport de 1 à 9, sans que le moteur y contribue en rien. Mais les machines à vapeur qu'on emploie jouissent de la faculté de pouvoir varier d'elles-mêmes leur vitesse, sans changement bien notable dans leur effet utile, depuis environ 30 jusqu'à 60 tours de volant par minute ; cela double l'étendue dans laquelle on a la possibilité de faire varier la vitesse, et par suite le produit des pompes mesuré au volume.

On terminera ce qui est relatif à l'appareil d'asséchement de la nouvelle forme de radoub de Lorient, en relatant les expériences faites en 1833 par M. Reech, officier du génie maritime, et les résultats fort remarquables qui en ont été déduits.

Ces expériences ont été faites avec une seule paire de pompes et une seule machine à vapeur, les 20 et 21 septembre 1833, à la suite du replacement du bateau-porte. La *forme* ne contenait pas de bâtiments, et avait été débarrassée à dessein de tous les corps étrangers dont la présence eût pu altérer l'exactitude des calculs de déplacement au moyen desquels on a évalué le produit des pompes ; à l'exception cependant de deux drômes de planches qui étaient échouées sur une banquette pendant le cours des expériences, et de quelques saumons de fonte qui avaient été mis à sec, mais dont le déplacement ne pouvait pas avoir une influence sensible.

Le compteur de M. Hubert, indiquant jusqu'à 10,000 tours, avait été appliqué à l'un des arbres à manivelle qui fait agir les pistons des pompes. Le 20 septembre, on a marché depuis 2 heures de l'après-midi jusqu'à $5^{h}\,30'$ du soir, en observant exactement à toutes les 5 minutes révolues, à l'aide d'une bonne montre à secondes :

1° Le nombre de tours faits par les arbres à manivelles ;

2° La hauteur de l'eau dans le bassin ;

3° La hauteur de l'eau dans le port ;

4° La hauteur de l'eau dans le puisard.

Des expériences antérieures avaient appris la manière de chauffer et de régler l'introduction de la vapeur, ainsi que la vitesse des pompes, pour obtenir le meilleur résultat possible, en s'attachant à avoir les soupapes de sûreté de la chaudière presque toujours prêtes à lever. Quand le bois ne suffisait pas pour entretenir la chaudière, on employait un peu de charbon de terre.

Le 21 septembre, on a continué les mêmes observations depuis $6^h,41'$ du matin jusqu'à $2^h,45'$ de l'après-midi sans aucun intervalle de repos. Le niveau du radier de l'écluse était alors à découvert. La grande quantité de vase qui se trouvait au fond du bassin, et d'un autre côté aussi la disposition des échelles de tirant d'eau, ne permettait plus d'observer; mais la machine à vapeur a continué à marcher jusque vers $3^h,45'$, époque de l'entier assèchement de la forme.

L'une des tranches d'eau enlevées, auxquelles ont été appliqués les calculs ci-dessus, comprend dans sa hauteur une banquette qui, après sa mise à sec, présentait un dépôt de vase. Mais en subdivisant cette tranche de façon à omettre la banquette, on a trouvé très-sensiblement les mêmes résultats, ce qui prouve que l'influence de ce petit dépôt de vase sur les calculs est tout à fait négligeable.

L'ensemble de ces observations faisait espérer des résultats très-précis; mais malheureusement on a reconnu après l'assèchement complet une voie d'eau considérable par le dessous de la quille du bateau-porte. Il en résulte que les volumes d'eau réellement enlevés par l'appareil d'épuisement sont *plus considérables* que ceux qui résultent des calculs de déplacement purement hydrostatiques; ainsi ces derniers, et les chiffres qui expriment la puissance de la machine à feu motrice, sont des *limites inférieures*.

Cependant, en y regardant de plus près, on s'est aperçu par l'élévation du niveau de l'eau dans la forme depuis le 20 septembre au soir jusqu'au 21 au matin, qu'elle pourrait servir à déterminer la valeur numérique des infiltrations de toute espèce. Ce calcul, fait au moyen de neuf combinaisons différentes, dont on a pris la moyenne, a donné, avec une très-grande probabilité d'exactitude, que la somme totale des infiltrations en 12 heures de temps doit avoir été de $84^{mc},45$ ou $7^{mc},04$ par heure; et enfin $0^{mc},1173$ par minute. La charge en volume d'eau qui a produit les $84^{mc},45$ d'infiltration était : de 3 mètres au commencement et sur la fin de la période de 12 heures; de $3^m,40$ à mer haute; et de 1,25 environ à basse mer; la moyenne des deux charges extrêmes est de $2^m,325$. On a supposé qu'on approcherait davantage de la vérité en adoptant $2^m,50$ pour la charge capable de faire entrer $84^{mc},45$ en 12 heures de temps.

Une fois cette base adoptée, il a été facile d'apporter les corrections nécessaires à tous les chiffres obtenus.

TABLEAUX *d'expériences faites en* 1835 *sur l'Appareil d'épuisement de la nouvelle forme sèche de radoub du port de Lorient.*

| INDICATIONS des SÉRIES D'ÉPREUVES. | Époque de chaque observation. | Durée des séries d'observations qui ont été soumises au calcul. | Durée des observations dont on n'a pas tenu compte. | Temps perdu pour changer la vitesse des pistons des pompes d'épuisement. | Indications du compteur pour les trois ou quatre premières et dernières observations de chaque série. | Hauteur de l'eau pour les premières et dernières observations de chaque série. Dans le port. | Dans la forme. | Superficie de la section de la forme pour les diverses tranches d'eau enlevées. | Nombres de pulsations des pompes pendant les diverses périodes de 5 minutes dont chaque série se compose. Premières et dernières. | Minimum et maximum. | Moyenne par 5 minutes. | Nombre de pulsations pendant toute une série. | Course du piston de chaque pompe d'épuisement. | Indication du pignon d'engrenage placé sur l'arbre du volant qui était appelé à fonctionner. | Nombre de pulsations de chaque pompe pour un tour de volant. | Superficie de la section d'un piston des pompes d'épuisement. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Le 20 septbre 1835, commencé à | 2h 0′ 20″ | . . . . | 9′ 40″ | . . . . | toises. 4665,0 | m. 3,303 | m. 3,207 | mq. 1565 | . . . . | . . . . | . . . . | 159,80 | m. 0,837 | Le grand pignon. | $\frac{72}{40}=\frac{88}{49}$ | mq 0,297 | |
| | 2 10 | | | | 4824,80 | 3,280 | 3,172 | 1565 jusqu'à la hauteur de 3m,022 et au-dessous de cette hauteur | 100,10 | | | | | | | | |
| | 2 15 | | | | 4924,9 | 3,262 | 3,128 | | 107,7 | 100,1 | | | | | | | |
| | 2 20 | | | | 5032,60 | 3,256 | 3,085 | | 110,40 | | | | | | | | |
| 1re série, calculée séparément. | » » | 40′ | . . . . | . . . . | . . . . . | . . . . | . . . . | | . . . . | . . . . | 109,61 | 876,90 | 0,837 | Le grand. | $\frac{88}{49}$ | 0,297 | Point d'expérience à excepter. |
| | 2 40 | | | | 5476,4 | 3,282 | 2,923 | | 112,60 | | | | | | | | |
| | 2 45 | | | | 5596,30 | 3,300 | 2,883 | 1537 | 119,9 | 119,90 | | | | | | | |
| | 2 50 | | | | 5701,70 | 3,315 | 2,850 | | 105,40 | | | | | | | | |
| Arrêté pour changer la course. | 2 51 10 | . . . . | 1 10 | 8′ 3 | . . . . . | . . . . | . . . . | 1537 | . . . . | . . . . | . . . . | 42,60 | 0,837 | Le grand. | $\frac{88}{49}$ | 0,297 | |
| Reparti à. . . . . . . . . . . . | 2 59 13 | | 0 47 | | | | | | | | | | 0,558 | | | | |
| | 3 0 | | | | 5744,30 | 3,330 | 2,838 | 1537 | | | | | | | | | |
| | 3 5 | | | | 5871,60 | 3,363 | 2,809 | | 127,30 | 127,30 | | | | | | | |
| | 3 10 | | | | 6000,80 | 3,390 | 2,772 | | 129,20 | | | | | | | | |
| 2e série, calculée séparément. | 3 15 | 25′ | . . . . | . . . . | 6144,00 | 3,452 | 2,735 | | 143,20 | . . . . | 139,20 | 696,0 | 0,558 | Le grand. | $\frac{88}{49}$ | 0,297 | Très-anomale. Cependant il n'y a aucune expérience à excepter. |
| | 3 20 | | | | 6282,60 | 3,485 | 2,700 | | 138,60 | | | | | | | | |
| | 3 25 | | | | 6440,30 | 3,515 | 2,677 | | 137,70 | 137,70 | | | | | | | |
| Arrêté pour remettre une clavette qui s'était échappée. . | 3 27 45 | . . . . | 2 45 | 2 38 | . . . . . | . . . . | . . . . | 1537 | . . . . | . . . . | . . . . | 198,80 | 0,558 | Le grand. | $\frac{88}{49}$ | 0,297 | |
| Reparti à. . . . . . . . . . . . | 3 30 23 | | 4 37 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 35 | | | | 6659,10 | 3,612 | 2,632 | | 137,1 | 137,10 | | | | | | | |
| 3e série, calculée séparément. | 3 40 | 10 | . . . . | . . . . | 6796,2 | 3,647 | 2,594 | 1537 | | | 144,15 | 288,30 | 0,558 | Le grand. | $\frac{88}{49}$ | 0,297 | |
| | 3 45 | | | | 6927,40 | 3,677 | 2,565 | | 131,20 | 131,20 | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Observations négligées pour faciliter les calculs de déplacement. | 5 50<br>5 55 | .... | 10 0 | .... | 6965,3<br>7134,00 | 3,720<br>3,755 | 2,557<br>2,532 | 1537 jusqu'à 2m,52 | .... | .... | .... | 348,60 | 0,372 | Le grand. | 38/49 | 0,207 | |
| 4e série, calculée séparément. | 4 0<br>4 5<br>4 10<br>» »<br>5 5<br>5 10<br>5 15 | 1h 15' | .... | .... | 7313,90<br>7404,00<br>7073,00<br>......<br>9340,40<br>9303,30<br>9049,20 | 5,805<br>3,842<br>5,890<br>....<br>4,402<br>4,550<br>4,502 | 2,500<br>2,466<br>2,434<br>....<br>2,105<br>2,142<br>2,115 | 1266 | 180,1<br>199 0<br>173,10<br>162,60<br>162,90<br>145,70 | 119,30<br>199,00 | 155,07 | 2335,30 | 0,372 | Le grand. | 38/49 | 0,207 | A excepter 2 expériences :<br>L'une de 34t,5 correspondant à.. 2 chev.01.<br>L'autre, de 30t,80 correspondt à.. 2 chev.66<br>4 chev.67 |
| Arrêté pour changer la course et le pignon d'engrenage...<br>Reparti à........... | 5 15 45<br>5 27 50 | .... | 0 45<br>2 10 | 12 5 | 9065 20<br>9065 20 | ....<br>.... | ....<br>.... | 1266 | .... | .... | .... | 43,80 | 0,372<br>0,7428 | Le grand.<br>Le petit. | 38/49<br>35/188 | 0,207 | |
| 5e série, calculée séparément. | 5 30 0<br>5 35<br>5 40<br>5 45<br>5 50 | 20 | .... | .... | 9693,00<br>9765,00<br>9841,70<br>9913,90<br>9975,00 | 4,755<br>4,800<br>4,860<br>4,905<br>4,960 | 2,103<br>2,080<br>2,053<br>2,027<br>2,012 | 1266 | 70,00<br>78,7<br>72,2<br>59,10 | 59,1<br>72,20 | 70,00 | 280,0 | 0,7428 | Le petit. | 35/188 | 0,297 | A excepter une expérience de 46t,6 correspondant à 3 chev. 46. |
| Arrêté tout à fait........ | 5 50 50 | .... | 0 50 | .... | 9970,00 | .... | .... | 1266 | .... | .... | .... | 0,00 | 0,7428 | Le petit. | Id. | 0,297 | |
| Le 21 septbre au matin, reparti à............... | 6 40 50<br>6 45 | .... | 9 10 | .... | 9979,00<br>10011,00 | 5,065<br>5,084 | 2,077<br>2,066 | 1266 | .... | .... | .... | 71,80 | 0,837 | Le petit. | Id. | 0,297 | |
| 6e série, calculée séparément | 6 50<br>6 55<br>7 0<br>7 5<br>7 10 | 20 | .... | .... | 10050,8<br>10096,60<br>51,00<br>111,1<br>161,30 | 5,123<br>5,158<br>5,166<br>5,180<br>5,200 | 2,051<br>2,034<br>2,017<br>1,991<br>1,974 | 1266 | 45,80<br>54,40<br>60,10<br>50,20 | 45,80<br>60,10 | 52,625 | 210,50 | 0,837 | Le petit. | Id. | 0,207 | Rien à excepter. |
| Arrêté pour changer la course.<br>Reparti à............ | 7 11 8<br>7 14 50<br>7 15 0 | .... | 1 8<br>5 10 | 3 42 | 170,00<br>170,00<br>170,00 | 5,256 | 1,070 | 1266 | .... | .... | .... | 70,90 | 0,837<br>0,558 | Le petit. | Id. | 0,207 | |

| INDICATIONS des SÉRIES D'ÉPREUVES. | Époque de chaque observation. | Durée des séries d'observations qui ont été soumises au calcul. | Durée des observations dont on n'a pas tenu compte. | Temps perdu pour changer la vitesse des pistons des pompes d'épuisement. | Indications du compteur pour les trois ou quatre premières et dernières observations de chaque série. | Hauteur de l'eau pour les premières et dernières observations de chaque série. Dans le port. | Dans la forme. | Superficie de la section de la forme pour les diverses tranches d'eau enlevées. | Nombres de pulsations des pompes pendant les diverses périodes de 5 minutes dont chaque série se compose. Premières et dernières. | Minimum et maximum. | Moyenne par 5 minutes. | Nombre de pulsations pendant toute une série. | Course du piston de chaque pompe d'épuisement. | Indication du pignon d'engrenage placé sur l'arbre du volant qui était appelé à fonctionner. | Nombre de pulsations de chaque pompe pour un tour de volant. | Superficie de la section des pistons des pompes d'épuisement. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7h 20′ | | | | tours. 252,20 | m. 5,249 | m. 1,954 | | 64,80 | 56,00 | | | | | | | |
| | 7 25 | | | | 297,00 | 5,275 | 1,957 | | 74,80 | | | | | | | | |
| | 7 30 | | | | 371,80 | 5,285 | 1,922 | | 67,00 | | | | | | | | Trois expériences à excepter : |
| 7e série, calculée séparément. | . . . . . | 1h 35′ | . . . . | . . . . | . . . . . | . . . . | . . . . | mq. 1266 | 76,80 | . . . . 77,80 | 72,05 | 1569,00 | m. 0,358 | Le petit. | $\frac{25}{128}$ | mq 0,297 | 51t,1 corresp. à 3 ch. 25<br>52t,60 — 3 ch. 58<br>44t,20 — 3 ch. 03<br>9 ch. 86 |
| | 8 45 | | | | 1451,00 | 5,433 | 1,649 | | 77,20 | | | | | | | | |
| | 8 50 | | | | 1528,2 | 5,455 | 1,631 | | 75,00 | | | | | | | | |
| | 8 55 | | | | 1601,20 | 5,438 | 1,616 | | | | | | | | | | |
| Arrêté pour changer la course à. . . . . . . . . . . . . . . | 8 56 | . . . . | 1 0 | 4 54 | 1614,00 | . . . . | . . . . | 1266 | . . . . | . . . . | . . . . | 12,80 | 0,558 | Le petit | *Id.* | *Id.* | |
| Reparti à. . . . . . . . . . . . | 9 0 54 | | 4 26 | | 1614,00 | . . . . | . . . . | | | | | 39,00 | 0,744 | | | | |
| | 9 5 | | | | 1655,00 | 5,430 | 1,595 | | 49,80 | | | | | | | | |
| | 9 10 | | | | 1702,80 | 5,420 | 1,582 | | 57,80 | 40,40 | | | | | | | |
| | 9 15 | | | | 1760,60 | 5,416 | 1,561 | | 64,20 | | | | | | | | Deux expériences à excepter. |
| 8e série, calculée séparément. | . . . . . | 1 40 | . . . . | . . . . | . . . . . | . . . . | . . . . | 1266 | 61,60 | . . . . | 57,00 | 1140,00 | 0,744 | *Id.* | *Id.* | *Id.* | 39t,13 corresp. à 3 ch. 85<br>31t,90 — 3 ch. 25<br>7 ch. 10 |
| | 10 35 | | | | 2675,1 | 5,260 | 1,252 | | 58,50 | | | | | | | | |
| | 10 40 | | | | 2733,6 | 5,241 | 1,230 | | 59,40 | 68,50 | | | | | | | |
| | 10 45 | | | | 2793,0 | 5,220 | 1,219 | | | | | | | | | | |
| | 10 50 | | | | 2835,00 | 5,20 | 1,194 | | 58,10 | 51,20 | | | | | | | |
| | 10 55 | | | | 2914,00 | 5,179 | 1,183 | | 64,60 | | | | | | | | |
| | 11 0 | | | | 2978,60 | 5,165 | 1,152 | | 55,70 | | | | | | | | |
| 9e série, non calculée à cause d'une banquette qui se trouve dans la hauteur de la tranche d'eau enlevée, et qui complique un peu les calculs de déplacement et altère en même | . . . . . | 1 10 | . . . . | . . . . | . . . . . | . . . . | . . . . | 1266 | 55,80 | . . . . | 58,76 | 822,70 | 0,744 | *Id.* | *Id.* | *Id.* | Rien à excepter. |
| | 11 40 | | | | 3450,80 | 4,946 | 0,992 | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 5 | | | | 3714,70 | 4,700 | 0,802 | | [illegible] | | | | | | | | 39t1, corresp. à 3 ch. 89. |
| 10e série, à calculer séparément. | . . . . . | 1h 25′ | . . . . | . . . . | . . . . . . | . . . . . | . . . . | mq. 1000 | 64,20 | | 61,55 | 1040,40 | 0,7440 | d. | Id. | Id. | Deux autres ne donnent pas un meilleur résultat, mais on ne peut les négliger, parce que les soupapes de sûreté de la machine locomotive levaient. |
| | | | | | | | | | 72,00 | | | | | | | | |
| | 1 10 | | | | 4529,40 | 4,343 | 0,548 | | 70,80 | | | | | | | | |
| | 1 15 | | | | 4590,20 | 4,295 | 0,517 | | | | | | | | | | |
| | 1 20 | | | | 4662,1 | 4,249 | 0,485 | | 71,80 | 72,00 | | | | | | | |
| 8e, 9e et 10e séries, réunies et calculées en bloc. | 9h 5′ | | | | 1653,0 | 5,43 | 1,505 | 1266 jusqu'à 0m,95 | 49,80 | 40,40 | | | | | | | |
| L'influence de la banquette couverte de vase est nulle ici, parce qu'on a eu soin de la balayer. | . . . . . | 4h 15′ | . . . . | . . . . | . . . . . . | . . . . . | . . . . | | | | 59,00 | 3009,10 | 0,744 | Id. | Id. | Id. | |
| | 1 20 | | | | 4662,1 | 4,249 | 0,485 | et 1000 au-dessous. | 71,90 | 72,00 | | | | | | | |
| Arrêté pour changer la course. | 1h21′15″ | | 1 15 | | 4679,00 | | | | | | | 16,90 | 0,744 | | | | |
| Reparti à . . . . . . . . . . . . | 1 24 55 | . . . . | | 3 40 | 4679,00 | | | 1000 | . . . . | . . . . | . . . . | | | Id. | Id. | Id. | |
| | 1 25 | | 5 5 | | 4680,00 | 4,208 | 0,477 | | | | | 45,00 | 0,900 | | | | |
| | 1h 30′ | | | | 4724,00 | 4,181 | 0,456 | | | | | | | | | | |
| | 1 35 | | | | 4776,00 | 4,148 | 0,432 | | 52,00 | | | | | | | | |
| | 1 40 | | | | 4836,1 | 4,128 | 0,398 | | 60,16 | | | | | | | | |
| | 1 45 | | | | 4891,96 | 4,070 | 0,371 | | 55,80 | | | | | | | | |
| | 1 50 | | | | 4948,7 | 4,030 | 0,345 | | 56,80 | | | | | | | | |
| 11e et dernière série, calculée séparément. | 1 55 | 50′ | . . . . | . . . . | 5005,00 | 3,988 | 0,519 | 1000 | 56,50 | 62,20 | 56,45 | 564,30 | 0,900 | Id. | Id. | Id. | Rien à excepter. |
| | . . . . . | | | | . . . . . . | . . . . . | . . . . | | 62,20 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 62,19 | | | | | | | | |
| | 2 10 | | | | 5182,00 | 3,849 | 0,214 | | 50,70 | | | | | | | | |
| | 2 15 | | | | 5232,70 | 3,825 | 0,188 | | 55,60 | | | | | | | | |
| | 2 20 | | | | 5288,38 | 3,800 | 0,160 | | 52,70 | | | | | | | | |
| | 2 25 | | | | 5341,00 | 3,763 | 0,140 | | | | | | | | | | |
| | 2h 30′ | | | | 5402,40 | 3,740 | 0,106 | | 61,40 | | | | | | | | |
| Observations négligées à cause des grands dépôts de vase sur les banquettes inférieures et sur le radier. | 2 35 | | | | 5451,10 | 3,722 | 0,071 | | 48,70 | | | | | | | | |
| | 2 40 | . . . . | 20′ | . . . . | 5510,50 | 3,706 | 0,024 | . . . . . | | . . . . | . . . . | 272,70 | 0,900 | Id. | Id. | Id. | |
| | | | | | | | niveau du radier. | | 59,40 | | | | | | | | |
| | 2 45 | | | | 5561,00 | 3,633 | -0,016 | | 50,50 | | | | | | | | |
| Fini tout à fait vers. . . . . . | 3h 45′ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ou peut-être. . . . . . . . . . | 4 0 | . . . . | 1h | | | | | | | | | | | | | | |

*Tableaux des résultats déduits des expériences consignées dans les tableaux précédents, et faites sur l'appareil d'épuisement de la nouvelle forme de radoub de Lorient.*

| NUMÉROS des séries d'expériences. | Nombre de tours par minute du volant de la machine à vapeur. | Valeurs moyennes du volume d'eau enlevé par chaque coup de piston, en ne supposant pas de filtrations. | Valeur approchée des filtrations pour chaque coup de piston. | Volume total réellement enlevé par chaque coup de piston, en tenant compte des filtrations. | Volume théorique déplacé par les pistons à chaque pulsation. | Rapport du volume d'eau réel au volume théorique ci-contre. | Vitesse du piston par seconde. | Charge ou différence des niveaux de l'eau dans la forme et dans le port. | Volume d'eau réellement enlevé pendant toute une série. | Volume d'eau réellement enlevé pendant une série. | Travail utile en une heure pour 1000 kil. élevés à 1 mètre. | Travail utile transformé en chevaux-vapeur, à raison de 75 kil. élevés à 1 mètre par seconde. Pendant les diverses périodes de 5 minutes dont chaque série se compose, D'après le volume théorique de chaque pulsation. | Moyenne théorique. | Moyenne réelle. | Moyenne de toute une série. | Travail perdu par la différence des niveaux de l'eau dans le puisard et le port. | Évaluation approchée de la force vive consommée pour faire passer l'eau à travers les étranglements des orifices. | Travail perdu dans les transmissions de mouvement. | Travail total de la machine à vapeur locomotive de 6 chevaux. | Combustible brûlé par heure. Bois de chêne en tronçons refendus et ramassés dans les chantiers | Charbon de terre. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Unités. | Nombres. | Mètres cubes. | Mètres cubes. | Mètres cubes. | Mètres cubes. | Mètres cubes. | Mètres. | Mètres. | Mètres cubes. | Mètres cubes. | Tonneaux. | Chevaux. | Chevaux. | Chevaux. | Chevaux. | Chevaux. | 17V3à1h. | Chevaux. | | | |
| 1re série. | minimum 25t,80<br>maximum 39 ,00<br>moyenne 28t,27 | (a)<br>mc. 0,5675 | mc. 0,0018 | mc. 0,5691 | mc. 0,4972 | (x)<br>mc. 1,145 | m. 0,6116 | minimum 0,108<br>maximum 0,465<br>moyenne 0,272 | mc. 499,04 | mc. 748,56 | tonn. 208,70 | 0,27<br>0,37<br>0,49<br>0,61<br>0,72<br>0,85<br>1,06<br>1,05 | 0,678 | 0,776 | 0,763 | $\frac{2}{17} = \frac{1}{9}$<br>0,086 | 3,893 | 4,752 | | A raison de 3h 50′ + 9h 10′ ou 10 heures de marche effective et 1 h. et demie de chauffage avant de marcher, total 14 h. et demie; on a brûlé 5 stères de bois et 2hect.875de charbon.<br>Ce qui fait par heure<br>Bois st. 0,345 kil. 172<br>et par cheval et par heure kil. 28 | Charb. hect. 0,198 kil. 15,856<br>kil. 2,642 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2e série. | minimum 32t,80<br>maximum 40t,7<br>moyenne 35t,89 | (b)<br>0,3735 | 0,0022 | 0,3757 | 0,3315 | (y)<br>1,133 | 0,5178 | minimum 0,512<br>maximum 0,838<br>moyenne 0,667 | 261,49 | 627,58 | 429.06 | 1,04<br>1,14<br>1,42<br>1,55<br>1,93 | 1,416 | 1,604 | 1,59 | $\frac{2}{50} = \frac{4}{100}$<br>0,064 | 2,363 | 4,017 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3e série. | minimum 33t,8<br>maximum 40t,50<br>moyenne 37t,15 | (c)<br>0,3568 | 0,0025 | 0,3591 | 0,3315 | (z)<br>1,085 | 0,5362 | minimum 0,980<br>maximum 1,162<br>moyenne 1,048 | 103,53 | 621,18 | 667,27 | 2,41<br>2,15 | 2,23 | 2,469 | 2,471 | $\frac{2}{100}$<br>0,049 | 2,618 | 5,138 | | | |
| 2e et 3e séries réunies. | minimum 32t,80<br>maximum 40t,70<br>moyenne 36t,39 | (d)<br>0,3557 | 0,0026 | 0,3583 | 0,3315 | (u)<br>1,081 | 0,5240 | moyenne 0,806 | 423,90 | 605,57 | 500,29 | . . . | 1,776 | 1,920 | 1,853 | $\frac{2}{80} = \frac{1}{40}$<br>0,046 | 2,448 | 4,347 | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4ᵉ série. | minimum 30ᵗ,77 maximum 51ᵗ,32 moyenne 40ᵗ,15 | 0,2057 | 0,0034 | 0,2091 | 0,221 | 0,946 | 0,3794 | minimum 1,303 maximum 2,485 moyenne 1,893 | 488,31 | 390,65 | 758,00 | 2,99 2,97 2,60 2,66 3,22 3,31 4,66 3,74 3,89 3,00 | 2,944 | [illegible] | 2,808 | 0,028 | [illegible] | [illegible] | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5ᵉ série. | minimum 46ᵗ,60 maximum 62ᵗ,10 moyenne 55ᵗ,20 | (e) 0,4353 | 0,0093 | 0,4446 | 0,4412 | 1,008 | 0,3566 | minimum 2,562 maximum 2,948 moyenne 2,801 | 134,49 | 374,47 | 1072,24 | 3,99 4,38 4,13 3,46 | 3,99 | 4,022 | 3,972 | [illegible] 0,015 | 0,714 | 4,701 | | |
| | | | | | | | | | | | 2,71 | | | | | | | | | |

OBSERVATIONS.

(a) Après avoir combiné les trois premières observations avec les trois dernières de six manières différentes, on a pris une moyenne arithmétique.
(b) Moyenne de dix combinaisons différentes, après qu'il a été attribué à chacune un *chiffre d'importance* déterminé par l'intervalle de temps qui sépare ces observations.
(c) Moyenne de trois combinaisons prises chacune avec son chiffre d'*importance respectif*.
(d) Moyenne de six combinaisons différentes.
(b, e, d) Le calcul de b a offert beaucoup d'irrégularités, cependant le nombre le plus fort et le plus faible proviennent de la combinaison, d'une seule et même observation, et donnent à fort peu près la même moyenne que la moyenne générale. c est déduit d'un trop petit nombre d'observations.
(d') Moyenne obtenue en combinant les quatre premières observations avec les quatre dernières de seize manières différentes. La régularité de ces 16 nombres est telle qu'en omettant le plus fort et le plus faible, les 14 autres ne diffèrent pas de 2 p. 100 de la moyenne générale; et le plus fort et le plus faible combinés donnent précisément aussi la même moyenne que la moyenne générale.
(e) Moyenne de six combinaisons.

Les conséquences qui ressortent des rapports (x) (y) (z), (u) (v), ont paru si extraordinaires, qu'on a dû chercher à les vérifier le mieux possible. Le calcul de la moyenne (a) ayant offert une assez grande régularité, le rapport (x) paraît devoir être regardé comme étant assez exact.

Le rapport (y) ne peut pas inspirer la même confiance, à cause de l'irrégularité des nombres dont il a été déduit, quoique cependant l'on se rende très-bien raison de ces irrégularités, en supposant seulement que deux observations soient un peu inexactes. Mais, d'un autre côté, la série à laquelle appartient (b) n'est pas assez étendue. Il en est de même de la série à laquelle (c) appartient qui ne se compose que de trois observations.

Enfin, quoique le calcul de (d) n'ait pas été aussi irrégulier que celui de (b), on ne doit pas cependant admettre le chiffre (d) avec une grande confiance. Le chiffre d' et le rapport (v), qui s'ensuit, méritent au contraire la confiance la plus entière, à cause de la concordance de toutes les observations de cette série. Comme (v) est précisément en sens contraire de (x), (y), (z), (u), l'on a cherché à vérifier de nouveau tous ces nombres, et voici comment :

Depuis 2 h. 10′ jusqu'à 5 h. 15′, on a donné 902 pulsations avec la première course; 1207 avec la deuxième, 2715 avec la troisième; la tranche d'eau enlevée ayant 1ᵐ,059 d'épaisseur, est de 1521mq.,45, et les filtrations pendant le même laps de temps peuvent être évaluées à 12ᵐᶜ,45, total 1533ᵐᶜ,86; appelant donc A, B, C, les *capacités* des pulsations pour les trois courses respectives, on devra avoir $902A + 1207B + 2715C = 1533,66$. Si l'on combine exactement de la même manière les trois premières observations correspondantes à 2h. 10′, 2h. 15′, 2h. 20′ avec les trois dernières correspondant à 5h. 5′, 5h. 10′, 5h. 15′, on arrive aux neuf équations que voici, dont on pourrait déduire les valeurs de A, B, C, par la méthode des moindres carrés

(1) $902A+1207B+2715C=1533,66$
(2) $902A+1207B+2569C=1497,15$
(3) $902A+1207B+2406C=1406,03$
. . . . . . . . . . . . . . . . .
(4) $802A+1207B+2715C=1465,04$
(5) $802A+1207B+2569C=1428,53$
(6) $802A+1207B+2406C=1399,21$
. . . . . . . . . . . . . . . . .
(7) $593A+1207B+2715C=1397,79$
(8) $593A+1207B+2569C=1361,08$
(9) $593A+1207B+2406C=1331,96$

Les valeurs théoriques de A, B, C. étant 0,4972, 0,5315 et 0,2510 on posera :
$A=0,4972+0,4972x$
$B=0,5315+0,5315y$
$C=0,2210+0,2210z$
et substituant, on trouvera :

$448,47x+400,12y+600,02z= 85,25$
$448,47x+400,12y+567,75z= 80,81$
$448,47x+400,12y+531,75z= 87,81$
. . . . . . . . . . . . . . . . .
$398,75x+400,12y+600,02z= 66,15$
$398,75x+400,12y+567,75z= 61,71$
$398,75x+400,12y+531,75z= 68,81$
. . . . . . . . . . . . . . . . .
$294,84x+400,12y+600,02z=102,97$
$294,84x+400,12y+567,75z= 98,57$
$294,84x+400,12y+531,75z=105,27$

Chacune de ces équations, prise isolement, peut être satisfaite par un système de valeurs positives pour $x$, $y$, $z$, ce qui indique évidemment que, pendant les 3 h. 5′ *auxquelles s'appliquent les observations, le volume d'eau réellement fourni par les pompes a été supérieur au volume théorique*. Pour avoir l'excès moyen il suffit d'ajouter les 9 équations, ce qui donne $3429,18x+3601,08y+5098,50z=756,69$. Si l'on veut supposer les trois nombres $x$, $y$, $z$, égaux entre eux, on trouvera pour leur valeur commune $x=y=z=0,062$. Si l'on veut ajouter une confiance entière au rapport $v$, il faudra faire $z=-0,054$, et alors on trouvera $x=y=0,147$.

| NUMÉROS des séries d'expériences. | Nombre de tours par minute du volant de la machine à vapeur. | Valeurs moyennes du volume d'eau enlevé par chaque coup de piston, en ne supposant pas de filtrations. | Valeur approchée des filtrations pour chaque coup de piston. | Volume total réellement enlevé par chaque coup de piston, en tenant compte des filtrations. | Volume théorique déplacé par les pistons à chaque pulsation. | Rapport du volume d'eau réel au volume théorique ci-contre. | Vitesse du piston par seconde. | Charge ou différence des niveaux de l'eau dans la forme et dans le port. | Volume d'eau réellement enlevé: pendant toute une série. | Volume d'eau réellement enlevé: pendant une série. | Travail utile en une heure pour 1000 kil. élevés à 1 mètre. | Travail utile transformé en chevaux-vapeur, à raison de 75 kil. élevés à 1 mètre par seconde. Pendant les diverses périodes de 5 minutes dont chaque série se compose: D'après le volume théorique de chaque pulsation. | Travail utile …: Pendant les diverses périodes …: Moyenne théorique. | Travail utile …: Pendant les diverses périodes …: Moyenne réelle. | Travail utile …: Moyenne de toute une série. | Travail perdu par la différence des niveaux de l'eau dans le puisard et le port. | Évaluation approchée de la force vive consommée pour faire passer l'eau à travers les étranglements des orifices. | Travail perdu dans les transmissions de mouvement. | Travail total de la machine à vapeur locomotive de 6 chevaux. | Combustible brûlé par heure: Bois de chêne en tronçons refendus et ramassés dans les chantiers | Combustible brûlé par heure: Charbon de terre. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Unités. | Nombres. | Mètres cubes. | Mètres cubes. | Mètres cubes. | Mètres cubes. | | Mètres. | Mètres. | Mètres cubes. | Mètres cubes. | Tonneaux. | Chevaux. | Chevaux. | Chevaux. | Chevaux. | Chevaux. | 17 V 3 à 1h. | Chevaux. | | | |
| 6e série. | minimum 36t,10 maximum 47t,40 moyenne 41t,50 | (f) 0,4659 | 0,0125 | 0,4784 | 9,4972 | 0,962 | 0,2936 | minimum 3,072 maximum 3,226 moyenne 3,152 | 100,70 | 302,10 | 976,02 | 3,22 3,87 4,32 3,65 | 3,765 | 3,626 | 3,615 | $\frac{1}{400}$ 0,009 | 1,425 | 5,049 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7e série. | moyenne 56,82 | (g) 0,3157 | 0,0097 | 0,3254 | 0,3315 | 0,982 | 9,268 | minimum 3,299 maximum 3,832 moyenne 3,589 | 445,47 | 281,35 | 1035,01 | 3,25 3,79 3,42 3,95 4,00 4,10 4,23 3,58 3,03 3,93 4,08 3,92 3,75 3,91 4,36 4,02 4,38 4,43 4,21 | 3,911 | 3,843 | 3,833 | $\frac{1}{600}$ 0,006 | 0,032 | 3,871 | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8e série. | moyenne 44,95 | 0,4258 | 0,0133 | 0,4391 | 0,4419 | 0,994 | 0,2827 | minimum 3,935 maximum 4,01 moyenne 3,951 | 500,57 | 300,34 | 1216,31 | 5,26 4,22 4,81 4,91 5,50 4,48 3,25 4,11 4,08 4,75 4,53 4,55 4,97 4,73 4,50 | 4,542 | 4,515 | 4,505 | 0,007 | 0,039 | 4,551 | | |
| 9e série. | moyenne 46,34 | .... | 0,0126 | .... | 0,4419 | .... | 0,2914 | minimum 3,935 maximum 4,006 moyenne 3,979 | .... | .... | .... | | 4,675 | .... | .... | 1/650 0,007 | 0,042 | 0,042 | | |
| 10e série. | moyenne 48,54 | (i) 0,4266 | 0,0119 | 0,4385 | 0,4419 | 0,992 | 0,3053 | minimum 3,935 maximum 3,764 moyenne 3,856 | 458,84 | 323,89 | 1280,14 | | 4,826 | 4,787 | 4,741 | 1/65. 0,007 | 00,47 | 4,795 | | |
| 8e, 9e et 10e séries réunies. | moyenne 46,53 | (k) 0,4257 | 0,0126 | 0,4383 | 0,4419 | 0,992 | 0,2053 | moyenne 3,926 | 1318,89 | 310,33 | 1248,81 | | 4,673 | 4,636 | 4,625 | 1/650 0,007 | 0,043 | 4,675 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11e série | moyenne 44,23 | (l) 0,5299 | 0,0126 | 0,5425 | 0,5346 | 1,020 | 0,3386 | minimum 3,64 maximum 3,725 moyenne 3,676 | 306,13 | 367,35 | 1384,14 | | 5,058 | 5,159 | 5,126 | 1/700 0,007 | 0,066 | 5,199 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

OBSERVATIONS.

(f) Moyenne de six combinaisons différentes.
(g) Moyenne obtenue avec beaucoup de régularité en combinant les trois premières observations avec les trois dernières de neuf manières différentes.
(h, i) Moyennes obtenues chacune avec beaucoup de régularité en combinant les trois premières observations avec les trois dernières de neuf manières différentes.
(k) Moyenne obtenue avec une grande régularité en combinant les quatre premières observations avec les quatre dernières de seize manières différentes. Le plus grand et le plus petit de ces seize nombres ne diffèrent que d'un deux-centième de la moyenne générale et la reproduisent exactement à eux seuls.
(l) Moyenne obtenue avec beaucoup de régularité en combinant les trois premières observations avec les trois dernières de neuf manières différentes.

# APPENDICE N° 5.

*Note sur l'installation de la presse hydraulique au port de Lorient.*

L'installation d'une presse hydraulique d'une grande puissance pour les épreuves de cables-chaines étant un article de dépense très-élevé, doit être combinée de manière à se prêter non-seulement à ce genre spécial d'épreuves de traction, mais aussi à une foule d'autres de traction, et même de compression sur les principales matières premières et objets œuvrés de dimensions et de formes très-diverses qui entrent dans les constructions, telles que les bois, les pierres, les fontes, les ancres, les fortes armatures en fer ou en cuivre, etc., etc.

Cette installation peut être exécutée suivant deux modes : le premier, celui d'une fixité *absolue* du corps de la presse, a été adopté à l'usine de Guérigny, et aux ports de Brest et de Cherbourg; il est représenté figures 746 des planches. Le deuxième, celui d'une fixité *relative* entre le corps de la presse et le point d'attache de l'objet à essayer, a été adopté au port de Lorient, d'après les projets de M. Reech, officier du génie maritime, et se trouve représenté figures 747 des planches.

Figures 746 des planches.

Figures 747 des planches.

Comme le bois n'aurait pas eu la rigidité et l'inaltérabilité nécessaires dans le deuxième mode d'installation; que la pierre de taille, par ses nombreux joints et par la difficulté qu'on eût éprouvée à l'évider et à la percer suivant les exigences des diverses épreuves à faire, aurait forcé d'en restreindre le nombre; on s'est arrêté à un banc d'épreuves formé de deux jumelles de rive en fonte de fer, dont l'axe de tirage est à 40 centimètres au-dessus du pavage, et dont la distance intérieure et complétement libre est de 1 mètre.

L'emploi de cette matière présente d'ailleurs le maximum de résistance sous le moindre volume.

Banc d'épreuve.

Chaque jumelle a une longueur totale de $35^m,68$, et n'est subdivisée qu'en quatre morceaux de $8^m,92$ de longueur chacun, y compris assemblage.

Chaque morceau se compose de trois colonnes parallèles à section circulaire. Les centres des trois colonnes sont les sommes d'un triangle rectangle, dont un des côtés est horizontal et l'autre vertical.

Chaque jumelle porte de $0^m,74$ en $0^m,74$ des saillies ou *entremises*, qui ont le double objet de relier et rendre solidaires les colonnes, de les faire résister à la manière des corps creux, et de présenter des points d'appui aux traverses *amovibles* d'attache de l'un des bouts des objets à essayer par traction.

Pour empêcher chaque jumelle de fléchir sous la charge maximum de 150,000 kilog., et *à la manière des corps chargés debout*, il suffisait de l'assujettir au sol à peu près de 9 mètres en 9 mètres. Mais pour plus de garantie, on a effectué cette tenue à toutes les quatre entremises, c'est-à-dire à $3 \times 0^m,74 = 2^m,22$, et à l'aide d'un pieu sous chaque jumelle. Les deux pieux correspondants de chaque jumelle sont reliés par une traverse en fonte dont le dessus arase la surface du pavage, et qui présente en relief à ses deux extrémités deux parallélipipèdes creux. Des boulons à écrou, noyés dans le bois, attachent les deux bouts de la traverse aux pieux. Les deux parallélipipèdes creux, ouverts à leur partie supérieure, y sont découpés en mâchoire pour recevoir une queue d'hyronde, faisant corps avec les entremises. De fortes clavettes chassées de chaque côté entre les queues d'hyronde et les mâchoires relient les jumelles aux traverses et celles-ci aux piquets.

Ainsi les jumelles ne pourront ni s'écarter ni se rapprocher; et leur rigidité empêchera qu'une traverse ne fatigue indépendamment des autres. Si le système devait fléchir, il faudrait que les deux jumelles fléchissent simultanément dans le même sens; mais les piquets empêcheraient leur déplacement horizontal. Les flexions verticales ou soulèvements seraient arrêtés par le poids considérable de tout le système et par la précaution qu'on a eue de fortifier l'adhérence des pieux au sol en les battant par le gros bout, et en les entaillant par des coches sur le périmètre. Toutes les résistances passives agissent d'ailleurs au bout de bras de levier très-considérables.

Les pièces bout à bout d'une même jumelle se touchent par de simples faces planes, entre lesquelles on pouvait couler un matelas de plomb comprimé par l'action même de la presse hydraulique.

La traverse amovible d'attache des objets à éprouver par la traction devait être capable de résister à un effort de 300,000 kilog., et présenter

à la fois le minimum de poids. On avait d'abord projeté de la configurer en fonte de fer et en triangle isocèle évidé, dont le sommet eût retenu les *manilles d'attache*; et dont la base eût appuyé par deux oreilles sur les entremises des jumelles du banc d'épreuve. Le poids d'un pareil triangle n'eût été que de 900 kilog., dans l'hypothèse la plus défavorable, celle où l'effort de 300,000 kilog. se serait transmis à une certaine distance du point central, et dans l'étendue d'un rayon vecteur de 4 centimètres.

Cette forme de triangle ne pouvait d'ailleurs jamais, en cas de défaut intérieur, compromettre les deux jumelles du banc d'épreuve comme l'eût fait une simple traverse ordinaire en fonte. En effet, une rupture dans les deux branches convergentes du triangle n'affectait pas les jumelles. Une rupture dans la *base* à oreilles aurait été suivie instantanément d'une autre au sommet du triangle.

Enfin, la flèche que peuvent prendre avant la rupture, les traverses en fonte assemblées avec les piquets, est plus *grande* que celle qui déterminerait la rupture de l'angle au sommet du triangle amovible; et si une de ces traverses se brisait, les jumelles à leur tour seraient susceptibles de prendre aussi, avant de rompre, une flèche plus grande que celle de l'angle précité.

Toutefois, pour plus de sûreté encore, et à la fois pour diminuer le poids du triangle amovible, on l'a exécuté en fer forgé de 7$^c$,5 d'épaisseur; en sorte que le plan horizontal, qui passe par le milieu du triangle, coïncide avec les axes de figure des jumelles et avec la ligne de tirage. Les deux branches convergentes qui ont à résister à l'extension ont de 20 à 24 cent., et le tout pèse environ 400 kilog. Plusieurs triangles de force diverse, proportionnée aux divers efforts à exercer, peuvent d'ailleurs être en dépôt près la presse hydraulique.

Dans les calculs des dimensions des jumelles et traverses en fonte, la résistance du centimètre quarré de fonte de fer, soit à l'extension, soit à la compression, dans les cas assimilés à une flexion transverse, n'a été comptée que pour 1000 kilog. afin de se réserver une certaine latitude pour les défauts de coulage et autres accidents imprévus. On a supposé que la charge sur chaque jumelle serait de 150,000 kil.; qu'elle agirait au bout d'un bras de levier de 0$^m$,08 dans tout le contour d'un rayon vecteur de cette dimension.

La distance de centre en centre de chacune des trois colonnes parallèles de chaque jumelle, a été ainsi fixée à 0$^m$,24, et leur diamètre à 12 centimètres. Les *entremises* ont 20 centimètres de longueur dans le sens des

colonnes. La section du piston bélier du cylindre de la presse est à peu près de 800 centimètres quarrés.

Les traverses fixées sur les pieux sont façonnées en solides d'égale résistance pour une charge de 20,000 kilog.

Des capuchons ou cloches en fonte recouvrent, du reste, les têtes des pieux et les préservent des infiltrations d'eau dans le sens des fibres du bois.

Le corps de la presse est à l'intérieur d'un pavillon de 8$^{m}$,20 sur 5$^{m}$80 de dimension intérieure, et porte sur un massif de fortes pierres de taille de 2$^{m}$,20 de longueur transversale et 1 mètre d'élévation en relief.

Liaison du banc d'épreuve au massif du corps de la presse.

Voici comment le banc d'épreuves vient s'unir au corps de la presse et à ce massif:

Les pieds des deux jumelles abutent aux extrémités d'un plateau de fonte de fer de 42 centimètres de longueur horizontale et 32 centimètres d'épaisseur aux deux bouts. Le plateau appuie immédiatement contre le bout fermé du cylindre de la presse.

Le trou central d'élégissement de ce plateau pourrait, dans certains cas, loger l'extrémité de la tige d'un chariot mobile sur les jumelles et auquel seraient attachés les objets à mettre en épreuve.

Les deux bouts du plateau reposent sur deux chevalets en fonte, et y sont retenus par de gros boulons. Les pieds des jumelles posent aussi sur ces chevalets, et s'engagent, au moyen de tenons verticaux, dans les rainures correspondantes du gros plateau. Ces tenons sont d'ailleurs plus larges vers le bas que vers le haut, en sorte que les clavettes qui servent à centrer le système sont chassées à demeure. Les pieds des jumelles ne peuvent ainsi lever sans entraîner le plateau, et tout glissement horizontal est empêché.

Les chevalets en fonte sont établis sur le dessus du relief en maçonnerie de pierres de taille.

On a pris les dispositions suivantes pour empêcher les pieds de ces chevalets de se déranger de leur plan de pose.

Une rainure de 18 centimètres de longueur sur 12 centimètres de profondeur a été creusée transversalement dans le dessus du relief, et a été remplie par une pièce de fonte de fer portant des saillies en relief, propres à arrêter transversalement les pieds des chevalets par le moyen de clavettes utiles aussi pour le centrage. Des boulons attachent les pieds des chevalets avec cette pièce.

Les extrémités de cette pièce sont liées invariablement à deux montants demi-cylindriques encastrés sur les rives du massif en pierre de taille. Les

pieds de ces montants eux-mêmes portent des rebords demi-circulaires, engagés sous la maçonnerie, et retenus par un tirant en fer qui traverse tout le massif.

La ceinture qu'on vient de décrire, et qui embrasse tout le relief, a parfaitement tenu le banc d'épreuve.

Établissement du cylindre de la presse.

Le cylindre de la presse repose sur deux chevalets qui, tous deux, s'appuient sur des plaques en fonte de fer encastrées de toute leur épaisseur dans le massif en pierres de taille déjà mentionné plusieurs fois ci-dessus. Ces plaques présentent des saillies sur leurs quatre côtés, afin qu'on puisse centrer facilement les chevalets et les arrêter ensuite invariablement. Le quatrième côté de chacune de ces deux plaques de pose vient effleurer le bord d'une coupure transversale qui interrompt le massif, et dans laquelle le puits des contrepoids a été réservé.

Deux petites poutrelles en fonte, parallèles à l'axe du cylindre, sont jetées en guise de pont, à travers la coupure, de manière à soutenir les paliers de l'arbre des poulies à gorge, pour l'enroulement des chaînes du contrepoids. Ces deux poutrelles sont boulonnées et coincées contre les deux plaques de pose des chevalets du cylindre, afin qu'elles appuient horizontalement contre la maçonnerie des bords de la coupure.

Pour obtenir encore plus de solidarité entre le massif de support en pierres de taille et le corps de la presse, on a placé ici encore, sous les assemblages de liaison des poutrelles ci-dessus avec les plaques de pose, 4 montants demi-cylindriques dont les pieds à rebords s'engagent sous la maçonnerie, tandis que les têtes sont saisies par les boulons des poutrelles jetées à travers la coupure du massif. Les montants en question sont d'ailleurs encastrés de toute leur épaisseur dans ce massif.

Deux pièces en fonte de fer placées dans le fond de la coupure, parallèlement et au-dessus des poutrelles en fonte, servent à la fois à maintenir invariablement les pieds des 4 montants précités, et à former encadrement autour du puits du contrepoids.

Enfin celle des deux plaques de pose des chevalets du cylindre de la presse, qui avoisine les abouts des jumelles du banc d'épreuve, est pourvue de deux pattes qui s'engagent sous les pieds des chevalets du plateau d'arrêt des jumelles décrit plus haut.

Un battoir en fonte de fer a été, du reste, posé pour empêcher le recul du cylindre.

Toutes ces dispositions ont eu un plein succès. Si l'on avait remarqué

quelque tendance au soulèvement de bas en haut, on eût boulonné les pieds des chevalets du cylindre sur les plaques de pose, et on eût entouré le cylindre par des brides qui, elles-mêmes, eussent été boulonnées sur les chevalets.

Ce chariot, avec les quatre tirants en fer forgé et les têtes mobiles qui le tiennent, s'avance ou recule à l'aide de quatre roues à gorge sur un chemin de fer à bandes plates en relief, lequel est assujéti sur le dessus du massif en pierres de taille. Charriot du piston-bélier de la presse.

La position du chariot résulte de l'interposition du plateau contre lequel les abouts des jumelles viennent s'appuyer.

La course du piston, déterminée par les dimensions du cylindre de la presse, est de $2^m,40$ au plus.

Il reste à dire un mot de la manière dont le cylindre est tourné relativement au chariot.

Lors de la recette de l'appareil, on avait reconnu que les quatre tirants du chariot ne passaient pas assez librement par les trous qui sont pratiqués aux chapeaux adaptés à chaque bout du cylindre. L'agrandissement de ces trous n'était pas chose facile. Pour l'éviter, on a fait tourner le cylindre sur son axe d'environ 45°, de manière à faire passer les tirants par les découpures extérieures des chapeaux, où aucun frottement ne pouvait gêner leur mouvement.

Les pompes d'injection avec leur réservoir d'eau ont été placées dans un caveau, à droite du massif de gîte du corps de la presse. L'indicateur est posé sur le plancher de la chambre, au-dessus du caveau, mais de manière à être complétement isolé, ainsi que l'observateur, de l'emplacement du corps de la presse par une chambre intérieure en bois qui enveloppe ce dernier. Cette chambre empêche ainsi des fragments de matériaux rompus dans les essais d'occasionner de graves accidents.

Des tuyaux partant du corps de la presse communiquent avec les pompes d'injection et avec l'indicateur.

L'eau a été alcalinisée pour empêcher la rouille de l'intérieur du cylindre de la presse et celle du piston-bélier.

Les frottements et plusieurs causes d'irrégularités qui compliquent le jeu d'une presse hydraulique puissante, rendent évident *à priori*, qu'on ne doit pas considérer cet appareil comme une machine de précision; au moins toutes les fois qu'on produira des efforts peu considérables. Certains frottements seront en effet proportionnels à l'effort produit, tandis que d'autres restent à peu près constants. Mesure des efforts exercés.

Dans les frottements irréguliers, il en est qui varient avec les positions du piston et de son équipage, soit à raison de leur poids ou de l'irrégularité inévitable des chemins de fer et des tirants de guide; soit aussi à raison des saletés qui se déposent sur les chemins, du diamètre trop faible des roulettes et de la composante verticale de la tension d'un câble-chaîne en essai.

L'indicateur, à son tour, est faussé par des variations dans le frottement de la tige de son petit piston, selon le degré de serrage plus ou moins considérable de l'écrou de la boîte à cuir; selon l'épaisseur et l'état de vétusté de ce cuir; et même selon l'orientation horizontale et l'élévation verticale de la tige. Ce procédé d'évaluation des indications est lui-même très-inexact à raison des oscillations brusques de la tige.

Pour rendre la presse hydraulique un instrument de mesurage de force, dont les résultats se correspondent d'un port à l'autre, et dans le même port d'une époque à l'autre, il était devenu indispensable de munir ces appareils d'une romaine multiple qui indiquât, avec toute la précision possible, les vrais efforts produits, et dont les frottements propres fussent en *supplément* à l'effort indiqué.

La romaine en question a été installée au port de Lorient, dans un pavillon spécial, placé au bout du banc d'épreuve opposé à celui qui abrite le corps de la presse; les figures 747 des planches en représentent les détails. Mais cette position limite l'usage de la romaine à l'indication des efforts de traction exercés sur des câbles-chaînes de 30 mètres de longueur.

Figures 747 des planches.

M. l'ingénieur Reech avait proposé d'établir la romaine sur un chariot amovible qu'il eût alors substitué au triangle d'attache des objets à essayer par traction. Le chariot eût été arrêté solidement par les *entremises* des jumelles. Il eût été formé de deux essieux et de quatre roues à gorge, et eût cheminé, par ces roues à gorge, sur les colonnes des deux jumelles.

---

# APPENDICE N° 6.

## DOCUMENTS RELATIFS AUX ARSENAUX MARITIMES.

### DOCUMENT N° 1.

***Programme dressé au port de Brest en 1822, pour servir à l'établissement du nouvel hôpital Clermont-Tonnerre, conformément aux règlements alors en vigueur.***

**Le service se divise en trois branches principales, savoir :**

| 1re<br>ADMINISTRATION. | 2e<br>OFFICIERS DE SANTÉ. | 3e<br>MALADES. |
| --- | --- | --- |
| *Service qui comprend, savoir :*<br>(a) COMMISSAIRE.<br>La police et l'administration de l'hôpital. — La convocation et la présidence du conseil de santé pour ce qui concerne l'ensemble du service. — L'admission et l'enregistrement des malades. — Le dépôt et la conservation de leur argent et de leurs effets. — L'enregistrement de toutes les demandes, la comptabilité générale, la surveillance des sœurs, des infirmiers, des cuisines, des magasins et ateliers, des recettes, consommations ou pertes d'effets. — La centralisation de toutes les parties du service. | *Service qui comprend, savoir :*<br>(a) OFFICIERS DE SANTÉ EN CHEF.<br>Les visites journalières des salles et des malades. — La désignation des officiers de santé chargés des salles. — Les registres des maladies, de leurs symptômes, de leur traitement et de leur terminaison. — Les visites dans les cuisines, la dégustation des aliments et boissons, et la prescription du régime des malades. | *Service qui comprend, savoir :*<br>(a) ENTRÉE A L'HÔPITAL.<br>Billet d'admission. — Examen à l'entrée. — Dépôt des effets, classement et envoi dans les salles. — Fournitures d'effets, de capotes et de linge. — Enregistrement et numéro d'ordre. |

| 1re<br>ADMINISTRATION. | 2e<br>OFFICIERS DE SANTÉ. | 3e<br>MALADES. |
|---|---|---|
| *Service qui comprend, savoir :* | *Service qui comprend, savoir :* | *Service qui comprend, savoir :* |
| (*b*) CONSEIL DE SANTÉ.<br><br>La direction, sous l'autorité du chef d'administration, du service de santé. La surveillance des infirmiers, des aliments, des médicaments, l'examen des comptes du pharmacien en chef. — La répartition des officiers de santé dans les salles. — La direction générale de l'enseignement, les examens, les concours, la direction et la surveillance de la bibliothèque, du cabinet d'histoire naturelle et des collections anatomiques. — La centralisation de toutes les parties du service médical des hôpitaux. | (*b*) OFFICIERS DE SANTÉ DE SERVICE DANS LES SALLES.<br><br>Les soins, pansements et visites préparatoires des malades dans les salles. — La tenue des cahiers d'ordonnances et de prescriptions et des registres des malades. — La préparation de tous les objets nécessaires à la visite de l'officier de santé en chef. — Les rapports à l'officier de santé en chef, de tous les accidents qui peuvent survenir, et en général de tout ce qui peut intéresser la guérison des malades. | (*b*) TRAITEMENT DANS LES SALLES.<br><br>Visites des médecins. — Distribution des médicaments. — Bains particuliers et généraux. — Soins des infirmiers et police intérieure. |
| (*c*) PHARMACIEN EN CHEF.<br><br>La garde et la conservation de tous les médicaments, vases, ustensiles, linges à pansement, etc., contenus dans les magasins de pharmacie. — Les visites et recensements des drogues et médicaments. — La fourniture et la remise des coffres de médicaments, la comptabilité de la pharmacie générale et des pharmacies particulières. — La direction du jardin des plantes usuelles et celle du laboratoire. — La surveillance générale du service. | (*c*) OFFICIERS DE SANTÉ ET GARDE.<br><br>La visite, le classement et l'envoi dans les salles des malades admis à l'hôpital. — La surveillance de nuit et de jour sur l'exécution de toutes les mesures prescrites par les officiers de santé. — La surveillance des aides pharmaciens et des infirmiers, pour tout ce qui concerne la distribution des remèdes et des aliments. — Toutes les mesures à prendre en cas d'accidents dans les salles, après la dernière visite des officiers de santé. | (*c*) NOURRITURE.<br><br>Achat, recette et conservation des denrées de toutes espèces. — Distribution du pain, du vin, de la viande, du bouillon, des légumes et des aliments légers suivant les prescriptions des officiers de santé. — Assaisonnement des aliments et autres frais accessoires. |
| (*d*) SOEURS HOSPITALIÈRES.<br><br>Les soins à donner aux malades. — La garde, la conservation, l'entretien du mobilier et tout ce qui concerne l'économie intérieure du service des hôpitaux. — Les fonctions de l'infirmier en chef telles qu'elles sont définies par le titre 7 du règlement du 7 vendémiaire an VIII. — La surveillance particulière de la manutention des vivres et leur distribution. — La conservation, l'entretien et le blanchissage du linge. — La propreté intérieure et extérieure des salles. | (*d*) PHARMACIENS.<br><br>La fourniture des médicaments, du linge à pansement, de la charpie, des bandes, etc. — L'exécution, aux heures indiquées, des ordonnances des officiers de santé, pour tous les remèdes tels que les tisanes, potions, loocks, opiats, etc., qui s'emploient journellement dans les hôpitaux. | (*d*) SOINS ET PROPRETÉ.<br><br>Infirmiers. — Blanchissage des salles. — Eclairage et chauffage. — Balayage. — Latrines et bailles à déjection. |

| 1re ADMINISTRATION. | 2e OFFICIERS DE SANTÉ. | 3e MALADES. |
|---|---|---|
| *Service qui comprend, savoir :* (e) AUMÔNIERS. Les exercices du culte dans la chapelle de l'hôpital. — L'administration des secours spirituels à tous les malades qui les réclament. — Les funérailles et enterrements. | *Service qui comprend, savoir :* (e) ENSEIGNEMENT ET ÉLÈVES. Les trois branches de l'art de guérir, médecine, chirurgie et pharmacie. — Les cours d'anatomie, de pathologie, de chirurgie, de médecine, de chimie et de pharmacie. — Les dissections, les opérations dans les salles, les manipulations. — La bibliothèque, le cabinet d'histoire naturelle, la galerie anatomique et le jardin botanique. — Les professeurs et les concours. | *Service qui comprend, savoir :* (e) SORTIE DE L'HÔPITAL. Reprise des effets. — Autopsie. — Actes de décès. — Dépôts et inventaires des effets. — Funérailles. |

***Répartition des localités du nouvel hôpital de la marine, pour y établir le service, conformément au programme ci-dessus.***

| Articles du règlement. | Nombre de pièces. | 1° ADMINISTRATION. | |
|---|---|---|---|
| | | (a) COMMISSAIRE. | |
| | | *Il faut, pour le service du commissaire et de ses subordonnés:* | |
| | 1 | Poste de gardiens de bureau, ou antichambre avec poêle. . | |
| | 1 | Bureau avec cheminée . . . . . . . . . . . . . | |
| | 1 | *Id.* de sous-commissaire, avec cheminée . . . . . . | |
| | 1 | Grand bureau, à cheminée ou poêle, pour la comptabilité . . | |
| | 1 | Cabinet contigu, avec cheminée, pour un commis principal. | |
| | 1 | Bureau à cheminée ou poêle, pour la comptabilité des vivres. | |
| | 1 | Pièce, à cheminée ou poêle, pour le bureau des entrées. . . | |
| | 1 | Chambre à cheminée, pour loger le commis préposé aux entrées. | |
| | 1 | Pièce sans feu, pour dépôt d'archives . . . . . . . . . | |
| Art. 27 du règl. du 7 ventôse an VIII. | 1 | Hangar ou remise, pour fumiger au soufre les hardes des malades entrants . . . . . . . . . . . . . . . | |
| | 1 | Magasin pour y déposer les hardes des malades entrants . . | |
| Art. 18 du règl. du 16 vend. an XIII. | 1 | Autre magasin pour y déposer les effets des morts . . . . | |
| | 1 | Corps-de-garde à l'entrée, avec poêle . . . . . . . . | |
| | 1 | Cabinet à feu, pour l'officier de garde au poste d'entrée . . | |
| | | *Nota.* Les écuries, les remises, les magasins à fourrage, resteront à l'hôpital actuel. | |
| | 1 | Loge pour le portier, avec poêle. . . . . . . . . . . | |
| | 1 | Chambre à feu, contiguë, pour loger le portier . . . . . | |
| | | (b) CONSEIL DE SANTÉ. | |
| | 1 | Antichambre avec poêle, servant de poste aux gardiens . . | |
| | 1 | Cabinet de consultation, avec cheminée et lits de repos. . . | |
| | 1 | Grande pièce à feu pour les séances du conseil . . . . . | |
| | 1 | Pièce à feu, pour le secrétariat du conseil. . . . . . . | |

| Articles du règlement. | Nombre de pièces. | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | Bibliothèque pour cinq mille volumes . . . . . . . . . | |
| | 1 | Petit bûcher . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | |
| | 1 | Cabinet d'aisances . . . . . . . . . . . . . . . . . | |
| | | (c) PHARMACIEN EN CHEF. | |
| | 1 | Laboratoire pour les préparations en grand. | |
| | 1 | Étuve contigue pour la dessiccation des plantes et l'évaporation des dissolutions salines . . . . . . . . . . . | |
| | 1 | Petit cabinet avec poêle, pour le pharmacien en chef, chargé du laboratoire . . . . . . . . . . . . . . . . . | |
| | 1 | Pièce à feu, pour le bureau de la comptabilité générale du magasin de pharmacie . . . . . . . . . . . . . . . | |
| | 1 | Bureau à cheminée, pour le pharmacien en chef. . . . . | |
| | 1 | Premier magasin de pharmacie, avec cabinet pour la sœur de service. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | |
| | 1 | Deuxième *Id.* *Id.* | |
| | 1 | Petit magasin pour le linge à pansement, la charpie, les bandes, etc. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | |
| | 1 | Bûcher et dépôt de charbon, à portée du laboratoire. . . . | |
| | 1 | Grande cave, partagée en quatre divisions de grandeurs différentes, savoir :<br>1° Pour les liquides, tels que vin, vinaigre, eau-de-vie, huiles, mélasse, sirops . . . . . . . . . . . . .<br>2° A plusieurs compartiments pour les vases en verre, les poteries de toute espèce. . . . . . . . . . . . .<br>3° Une plus petite, pour les sucres, le miel, la machemorre, etc.. . . . . . . . . . . . . . . . . .<br>4° Une autre, plus petite encore, pour les acides sulfurique, nitrique, etc.. . . . . . . . . . . . . . . | |
| | 1 | Latrine partagée en plusieurs cabinets. . . . . . . . | |
| | | (d) SOEURS HOSPITALIÈRES. | |
| | | Le couvent principal des sœurs, devant rester à l'hôpital actuel, il ne s'agit que de pourvoir les sœurs de service, dont le nombre ne surpassera jamais cinquante. | |
| | 1 | Cuisine avec décharge . . . . . . . . . . . . . . . | |
| | 1 | Grande pièce à feu, servant de chambre de communauté . . | |
| | 1 | Réfectoire avec office. . . . . . . . . . . . . . . . | |
| | 1 | Oratoire . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | |
| | 4 | Dortoirs de 12 lits chacun, ou deux de 24 lits . . . . . . | |
| | 2 | Cabinets pouvant recevoir un lit. . . . . . . . . . . | |
| | 1 | Bûcher. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | |
| | 1 | Latrine partagée en plusieurs cabinets . . . . . . . . | |
| | 1 | Lingerie. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | |
| | 2 | Grandes pièces avec cabinet pour la sœur chargée du mobilier. | |
| | 4 | Grands magasins pour le mobilier . . . . . . . . . . | |
| | 1 | Atelier de tailleurs, servant à la confection des chemises, capotes, etc. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | |
| | 1 | Atelier pour la réparation et la confection des matelas, le battage de la laine, etc. . . . . . . . . . . . . . | |
| | 1 | Magasin à côté, pour les matelas. . . . . . . . . . . | |
| | 1 | Magasin à paille, avec entrée, pour garnir les paillasses . . | |
| | 1 | Atelier de charrons, menuisiers, tourneurs, chaisiers et autres ouvriers en bois. . . . . . . . . . . . . . . . | |
| | 1 | Forge, ou atelier, contenant deux feux pour les ouvriers serruriers . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | |
| | 1 | Latrine pour les ateliers. . . . . . . . . . . . . . | |

| Articles du règlement. | Nombre de pièces. | | |
|---|---|---|---|
| | | **(e) AUMÔNIERS.** | |
| | | Les aumôniers n'ont droit qu'au logement, qui consistera, savoir en : | |
| | 2 | Chambres à feu avec cabinet, pour le premier aumônier. . | |
| | 1 | Petit salon de réception à cheminée, pour le premier aumônier. | |
| | 1 | Chambre à cheminée, pour un aumônier ordinaire. . . . | |
| | 1 | Chambre à cheminée, pour un deuxième aumônier ordinaire. | |
| | 1 | *Id.* troisième . . . . . . . . | |
| | 1 | Latrine partagée en plusieurs cabinets . . . . . . . . | |
| | | **2° OFFICIERS DE SANTÉ.** | |
| | | **(a) OFFICIERS DE SANTÉ EN CHEF.** | |
| | | Les officiers de santé en chef font partie du conseil de santé et se réunissent dans le lieu de leurs séances ordinaires, pour remplir les obligations qui leur sont prescrites par le titre IX du règlement du 7 vendémiaire an VIII. | |
| | | **(b) OFFICIERS DE SANTÉ DE SERVICE DANS LES SALLES.** | |
| | | Ces officiers, répartis dans les salles, à raison de un pour vingt-cinq malades, sous les ordres de l'officier de santé en chef de chaque salle, n'ont besoin d'aucun local particulier. | |
| | | **(c) OFFICIERS DE SANTÉ DE GARDE.** | |
| | | Pour établir ce service il faut : | |
| | 1 | Pièce à feu avec lit de repos pour la visite des malades à leur entrée à l'hôpital . . . . . . . . . . . . . . | |
| | 1 | Cabinet pour le chirurgien de service . . . . . . . . | |
| | 1 | Petite pièce avec baignoire pour laver et nettoyer les malades à leur arrivée. . . . . . . . . . . . . . . . . | |
| | 1 | Poste pour les infirmiers chargés de ce service. . . . . . | |
| | 2 | Pièces à feu pour le logement de l'officier de santé de 1re classe chargé des fonctions de prévôt. . . . . . . . . . | |
| | 3 | Chambres à feu pour trois officiers de santé placés sous les ordres du prévôt. . . . . . . . . . . . . . . | |
| | 1 | Pièce servant de salle à manger pour les offic. de santé de garde. | |
| | 1 | Latrine divisée en plusieurs cabinets. . . . . . . . . | |
| | | **(d) PHARMACIENS DE SERVICE.** | |
| | 1 | Tisanerie ayant plusieurs fourneaux et des réservoirs pour les tisanes, infusions et cætera. . . . . . . . . . . | |
| | 1 | Pharmacie destinée à recevoir et préparer les médicaments employés journellement à l'hôpital. . . . . . . . . | |
| | 1 | Petit cabinet pour le pharmacien chargé du détail. . . . . | |
| | 1 | Chambre à feu pour le pharmacien de garde . . . . . . | |
| | 2 | Bûcher et dépôt de charbons . . . . . . . . . . . | |
| | 1 | Caveau (petit) pour le vin et quelques sirops . . . . . . | |
| | 1 | Latrine qui peut être commune avec celle des officiers de santé de garde . . . . . . . . . . . . . . . . . . | |
| | | **(e) ENSEIGNEMENT DES ÉLÈVES.** | |
| Art. 2. | | L'enseignement, aux termes de règlement du 19 pluviôse an VI, comprend : la médecine, la chirurgie et la pharmacie. | |
| Art. 5. | | Les cours, au nombre de dix, sont faits par sept professeurs, dans les salles et à l'amphithéâtre. Ce service exige : | |
| | 4 | Salles de clinique, choisies parmi les salles de l'hôpital, avec deux pièces contiguës pour les leçons et les opérations . . | |
| | 1 | Amphithéâtre pour les cours d'anatomie, d'hygiène navale, | |

| Articles du règlement. | Nombre de pièces. | |
|---|---|---|
| | | de pathologie, d'histoire naturelle, de chimie et de pharmacie pratique. Il devra communiquer avec les salles et les cabinets de dissection . . . . . . . . . . . . . . . |
| | 2 | Cabinets de professeurs, ou 4, si le local le permet. . . . |
| Art. 13. | 1 | Galerie pour la conservation des pièces d'anatomie humaine et comparée. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . |
| Art. 14. | 1 | Galerie d'histoire naturelle dont l'entrée doit être voisine de la bibliothèque. . . . . . . . . . . . . . . . . . . |
| | 1 | Salle de dissection garnie de tables pour les élèves . . . . |
| | 2 | Cabinets de dissection pour les professeurs. . . . . . . . |
| | 1 | Salle pour les macérations et autres préparations . . . . |
| | 1 | Salle des morts ayant deux issues, l'une sur l'hôpital et l'autre sur la cour des salles de dissection . . . . . . . |
| | 2 | Latrines pour les élèves, dans la cour des salles de dissection et dans le jardin botanique. . . . . . . . . . . . |
| | 1 | Jardin botanique avec cabinet à feu pour le professeur d'histoire naturelle. . . . . . . . . . . . . . . . . . |
| | 2 | Serres chaudes et bâches pour les plantes exotiques. . . . |
| | 1 | Serre d'orangerie. . . . . . . . . . . . . . . . . . . |
| | 1 | Dépôt d'outils de jardinage, de caisses, treillages, etc. . . |
| | 1 | Dépôt pour les fumiers, terreaux, etc. . . . . . . . . |
| | | ***Logement du jardinier botaniste.*** |
| | 1 | Cuisine. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . |
| | 1 | Salle à manger avec armoires . . . . . . . . . . . . . |
| | 1 | Chambre à coucher. . . . . . . . . . . . . . . . . . |
| | 1 | Cabinet de travail. . . . . . . . . . . . . . . . . . |
| | 1 | Mansarde . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . |
| | 1 | Bûcher. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . |
| | 1 | Latrine. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . |

### 3° MALADES.

(a) ENTRÉE ET ADMISSION A L'HÔPITAL.

Les malades, après avoir été examinés par l'officier de santé de garde, sont divisés en fiévreux, blessés, vénériens, galeux et consignés. Les salles destinées à les recevoir sont divisées et numérotées comme suit :

| | avec deux rangs de lits. | | avec trois rangs de lits. | |
|---|---|---|---|---|
| 1° ***Blessés.*** | | | | |
| Salle n° 1 . . . . . . . . . | | | | |
| — n° 2 . . . . . . . . . | | | | |
| — n° 3 . . . . . . . . . | | | | |
| — n° 4 . . . . . . . . . | | | | |
| 2° ***Fiévreux.*** | | | | |
| Salle n° 5 . . . . . . . . . | | | | |
| — n° 6 . . . . . . . . . | | | | |
| — n° 7 . . . . . . . . . | | | | |
| — n° 8 . . . . . . . . . | | | | |
| — n° 9 . . . . . . . . . | | | | |
| — n° 10 . . . . . . . . . | | | | |
| — n° 11 . . . . . . . . . | | | | |
| — n° 12 . . . . . . . . . | | | | |
| 3° ***Vénériens et galeux.*** | | | | |
| Salle n° 13 . . . . . . . . . | | | | |
| — n° 14 . . . . . . . . . | | | | |
| Total à reporter. . . . | | | | |

| Articles du règlement. | Nombre de pièces. | | avec deux rangs de lits. | avec trois rangs de lits. |
|---|---|---|---|---|
| | | Report . . . . . | | |
| | | Salle n° 15 . . . . . . . . . . | | |
| | | — n° 16 . . . . . . . . . . | | |
| | | — n° 17 . . . . . . . . . . | | |
| | | — n° 18 . . . . . . . . . . | | |
| | | — n° 19 . . . . . . . . . . | | |
| | | — n° 20 . . . . . . . . . . | | |
| | | *4° Salles de clinique.* | | |
| | | Salle n° 21 . . . . . . . . . | | |
| | | — n° 22 . . . . . . . . . | | |
| | | *5° Salles des consignés.* | | |
| | | — n° 23 . . . . . . . . . | | |
| | | — n° 24 . . . . . . . . . | | |
| | | — n° 25 . . . . . . . . . | | |
| | | Total des lits de marins et soldats . | | |
| | | Il y aura deux salles d'officiers contenant chacune 40 lits et 20 cabinets particuliers. | | |
| | | Total. . . . . . . | | |
| | | (*b*) TRAITEMENT DES MALADES. | | |
| | | Le traitement dans les salles exige, savoir : | | |
| | 1 | Pièce à feu contiguë à chaque salle, et dans laquelle sera installée une chaudière pour donner des bains aux malades qui ne pourront pas quitter la salle, et pour chauffer les tisanes et le linge nécessaires aux malades . . . . . . . . | | |
| | 3 | Salles de bains : 1° Pour les malades ordinaires ; 2° pour les vénériens ; 3° pour les galeux . . . . . . . . . . . | | |
| | 1 | Pièce pour la chaudière des bains et son fourneau . . . . | | |
| | | (*c*) NOURRITURE DES MALADES. | | |
| | | Ce service important se divise en deux parties qui exigent les localités suivantes : | | |
| | | *Première partie.* | | |
| | | Achat, recette et conservation de toutes les denrées nécessaires à la nourriture des malades, et distribution journalière de celles qui n'exigent aucune préparation nouvelle. Il faut, pour cette partie du service, savoir : | | |
| | 1 | Chantier pour l'approvisionnement général du bois à brûler, environ 3,000 stères . . . . . . . . . . . . . . . | | |
| | 1 | Dépôt général du charbon de bois, environ 1,000 hectolitres. | | |
| | 1 | Cave partagée en deux parties pour servir de cambuse; elle devra contenir au moins 20 à 24 barriques de vin. Son entrée doit être placée de manière à faciliter l'introduction des barriques . . . . . . . . . . . . . . . . . | | |
| | 1 | Panneterie avec armoires et un poste pour la sœur chargée de ce détail. . . . . . . . . . . . . . . . . . | | |
| | 1 | Petit local frais pour servir de laiterie . . . . . . . . | | |
| | 1 | Dépôt pour la viande avec une entrée où sera placé un billot pour débiter la viande comme elle doit l'être avant d'être portée à la marmite . . . . . . . . . . . . . . . | | |
| | 1 | Magasin pour les aliments légers, tels que pruneaux, vermicelle, riz, etc. . . . . . . . . . . . . . . . . | | |

| Articles du règlement. | Nombre de pièces. | *Deuxième partie. — Service de la cuisine.* |
|---|---|---|
| | | Cette partie du service exige, savoir : |
| | 1 | Cuisine devant renfermer : |
| | | 1° Une première cheminée avec deux chaudières à soupe et un fourneau à eau chaude. . . . . . . . . . . |
| | | 2° Une deuxième cheminée pour les rôtis et autres mets prescrits par les médecins . . . . . . . . . . |
| | | 3° Un four à pâtisserie. . . . . . . . . . . . |
| | | 4° Un fourneau potager, à 24 foyers de diverses grandeurs |
| | | 5° Des armoires et des balances pour la pesée de la viande. |
| | | 6° Un poste pour la sœur chargée de ce service . . . . |
| | | 7° Un dépôt de bois et un dépôt de charbon pour la journée. |
| | | 8° Un ou plusieurs robinets à eau froide . . . . . . |
| | 1 | Office pour le dépôt des aliments préparés et non consommés. |
| | 1 | Laverie à proximité. . . . . . . . . . . . . |
| | 1 | Latrine à proximité, divisée en plusieurs cabinets . . . . |
| | | (*d*) SOINS ET PROPRETÉ. |
| | | Les soins à donner aux malades et la propreté des salles sont principalement confiés aux sœurs hospitalières, conformément au règlement du 16 vendémiaire an XIII. |
| | | Une sœur dans chaque salle remplit les fonctions de l'infirmier en chef, telles qu'elles sont établies par le titre 7 du règlement du 7 vendémiaire an VIII. Elles ont sous leurs ordres des infirmiers à raison de 1 pour 15 malades. |
| | | Ce service exige dans chaque salle : |
| | 1 | Cabinet pour la sœur hospitalière . . . . . . . . . |
| | 1 | Cabinet où les infirmiers déposeront les ustensiles, balais, etc., à l'usage de la salle . . . . . . . . . . . . |
| | 1 | Latrine pour les vidanges, à l'usage des malades. . . . . |
| | | L'éclairage sera fait au gaz ou suivant le mode actuel. |
| | | Le chauffage aura lieu par le moyen de calorifères placés sous les salles, et les poêles seront prohibés. |
| | 1 | Grande pièce servira pour le dépôt du linge sale de toutes les salles de l'hôpital. . . . . . . . . . . . . . |
| | | (*e*) SORTIE DE L'HÔPITAL. |
| | | Les malades qui sortiront de l'hôpital rempliront les formalités qui leur seront prescrites dans les bureaux du commissaire. |
| | | Ceux qui mourront, seront déposés préalablement dans la salle des morts, dont il a été parlé ci-dessus, où les chirurgiens les prendront pour procéder à leur autopsie, après laquelle ils seront remis dans la salle des morts, pour être inhumés suivant les usages de l'hôpital. |
| | | Leurs effets seront extraits du magasin des malades, pour être inventoriés et placés dans le dépôt spécial dont il a été parlé à l'article du commissaire. |

## DOCUMENT N° 2.

*Dimensions métriques des servitudes de l'hôpital principal de Brest, en 1821.*

| INDICATION DES LOCALITÉS. | LONGUEUR. | LARGEUR. | OBSERVATIONS. | PRODUIT ou espace superficiel. |
|---|---|---|---|---|
| BATIMENT A GAUCHE EN ENTRANT. | | | | |
| *Rez-de-chaussée.* | | | | |
| Corps de garde. | 5,20 | 4,00 | . . . . . . . . . . . . | mq. 20,80 |
| Bureau des entrées | 3,00 | 3,50 | . . . . . . . . . . . . | 10,50 |
| *Id.* de la comptabilité | 4,10 | 3,50 | . . . . . . . . . . . . | 14,35 |
| *Id.* *Id.* | 4,00 | 3,50 | . . . . . . . . . . . . | 14,00 |
| *1er étage.* | | | | |
| Bureau de la comptabilité | 4,85 | 3,80 | . . . . . . . . . . . . | 18,43 |
| *Id.* *Id.* | 5,20 | 3,80 | . . . . . . . . . . . . | 19,76 |
| *Id.* du commissaire | 4,15 | 3,80 | . . . . . . . . . . . . | 15,77 |
| *Id.* *Id.* | 5,50 | 3,80 | . . . . . . . . . . . . | 20,90 |
| BATIMENT A DROITE EN ENTRANT. | | | | |
| *Rez-de-chaussée.* | | | | |
| Logement du portier | 4,95 | 3,90 | . . . . . . . . . . . . | 19,31 |
| Salon des sœurs. | 5,90 | 3,50 | . . . . . . . . . . . . | 20,65 |
| Réfectoire | 8,70 | 3,50 | . . . . . . . . . . . . | 30,45 |
| Cuisine des sœurs. | 4,70 | 3,90 | . . . . . . . . . . . . | 18,33 |
| Dépense. | 6,80 | 3,90 | . . . . . . . . . . . . | 26,52 |
| Garde-manger | 4,50 | 3,90 | . . . . . . . . . . . . | 17,55 |
| *1er étage.* | | | | |
| Chambre de l'aumônier | 4,85 | 3,57 | . . . . . . . . . . . . | 17,31 |
| *Id.* | 5,80 | 3,95 | . . . . . . . . . . . . | 22,91 |
| Dortoir de sœurs | 8,70 | 3,85 | . . . . . . . . . . . . | 33,50 |
| Chapelle. | 4,75 | 3,85 | . . . . . . . . . . . . | 18,29 |
| Dortoir | 7,92 | 3,85 | . . . . . . . . . . . . | 30,49 |
| Chambre de la supérieure | 4,50 | 3,85 | . . . . . . . . . . . . | 17,33 |
| Parloir | 4,70 | 3,20 | . . . . . . . . . . . . | 15,04 |
| CUISINE ET BATIMENTS ADJACENTS. | | | | |
| Cuisine | 8,00 | 4,80 | . . . . . . . . . . . . | 38,40 |
| Mansardes au-dessus. | 3,00 | 5,00 | Dépôt de barriques vides et autres objets | 15,00 |
| Panneterie | 5,50 | 4,00 | . . . . . . . . . . . . | 22,00 |
| Forges | 8,00 | 3,25 | . . . . . . . . . . . . | 26,00 |
| Appentis pour les charrons. | 9,00 | 3,25 | . . . . . . . . . . . . | 29,25 |
| *Château-d'eau.* | | | | |
| Chambre du pharmacien de garde. | 3,50 | 3,50 | . . . . . . . . . . . . | 12,25 |
| Etuve. | 5,60 | 3,70 | Pour la pilerie des médicamens. | 20,72 |
| Appentis servant de corps de garde. | 7,50 | 3,70 | Pour les gardes-chiourmes. | 27,75 |
| Dépôt des pompes à incendie | 5,00 | 3,50 | . . . . . . . . . . . . | 17,50 |
| Boucherie en appentis. | 4,40 | 2,20 | Beaucoup trop petite. | 9,98 |
| Petites cabanes attenantes. | 5,00 | 3,80 | Occupées par des forçats cordonniers. | 19,00 |
| | | | A reporter | 660,04 |

| INDICATION DES LOCALITÉS. | LONGUEUR. | LARGEUR. | OBSERVATIONS. | PRODUIT ou espace superficiel. |
|---|---|---|---|---|
| | | | Report . . . . . | mq. 5249,57 |
| | A déduire. . . | | { Consignés . . . . . 41,9o<br>Cabinets particuliers . 7o,o4 | 111,94 |
| | | | Reste, pour la superficie des servitudes . . . | 5137,43 |
| BATIMENT PRINCIPAL. | | | | |
| Salle d'officiers n° 1 . . . . . . . | 19,4o | 8,1o | . . . . . . . . . . . . | 157.14 |
| *Id.* n° 2 . . . . . . | 23,9o | 8,2o | . . . . . . . . . . . . | 195,98 |
| Salle des consignés. . . . . . . | 35,4o | 7,2o | . . . . . . . . . . . . | 254,88 |
| *Salles basses.* | | | | |
| Salle n° 1 . . . . . . . . . . | 51,3o | 8,6o | . . . . . . . . . . . . | 441,18 |
| — n° 2 . . . . . . . . . . | 53,2o | 8,8o | . . . . . . . . . . . . | 468,16 |
| — n° 3 . . . . . . . . . . | 59,4o | 9,oo | . . . . . . . . . . . . | 534,6o |
| — n° 4 . . . . . . . . . . | 44,7o | 8,8o | . . . . . . . . . . . . | 393,36 |
| — n° 5 . . . . . . . . . . | 51,15 | 8,9o | . . . . . . . . . . . . | 455,24 |
| — n° 6 . . . . . . . . . . | 53,32 | 8,8o | . . . . . . . . . . . . | 469,28 |
| — n° 7 . . . . . . . . . . | 5o,18 | 8,8o | . . . . . . . . . . . . | 44o,88 |
| — n° 8 . . . . . . . . . . | 46,9o | 8,8o | . . . . . . . . . . . . | 412,72 |
| | | | | 4223,36 |
| | A ajouter . . | | { Consignés . . . . . 41,9o<br>Cabinets particuliers. . 7o,o4 | 111,94 |
| | | | Superficie des salles de malades . . . . | 4335,3o |
| | | | Servitudes . . . . . . .<br>Salles des malades. . . . . | mq.<br>5137,43<br>4335,3o |
| Différence de la superficie des servitudes à celle des salles de malades . . . | | | | 8o2,13 |

## DOCUMENT N° 3.

***Métré, en 1824, des principales masses de l'hôpital Clermont-Tonnerre, à Brest.***

| INDICATION DES MASSES. | LONGUEUR. | LARGEUR. | PRODUIT ou espace superficiel. |
|---|---|---|---|
| § 1er. - - *Superficie des bâtiments.* | | | mq. |
| 1° Grande salle donnant sur le port. . . . . . . . . . . . . | 79,23 | 9,5o | 752.88 |
| 2° Salle sur le rempart. . . . . . . . . . . . . . . | 6o.1o | 8,28 | 497,63 |
| 3° Château-d'eau. . . . . . . . . . . . . . . . . | 14.9o | 8,28 | 123,37 |
| 4° Petite salle. . . . . . . . . . . . . . . . . | 54.25 | 9,5o | 515,38 |
| 5° Première salle de bains. . . . . . . . . . . . . . | 15,8o | 8,oo | 126,4o |
| 6° Deuxième salle de bains. . . . . . . . . . . . . . | » » | » » | 126,4o |
| 7° Bâtiment de servitude des salles . . . . . . . . . . . | 15,8o | 8,45 | 133,51 |
| 8° Cinq autres de même espèce . . . . . . . . . . . . | » » | » » | 667.55 |
| 9° Une grande salle. . . . . . . . . . . . . . . . | 64.75 | 9.5o | 615.13 |
| | A reporter. . . | | mq. 3558.25 |

| INDICATION DES MASSES. | | LONGUEUR. | LARGEUR. | PRODUIT ou espace superficiel. |
|---|---|---|---|---|
| | | m. | m. | mq. |
| Report. | | » » | » » | 3538,2 |
| 10° Sept autres égales | | » » | » » | 4303,91 |
| 11° Une galerie entre les salles. | | 15,80 | 7,05 | 111.39 |
| 12° Six autres égales. | | » » | » » | 668,34 |
| 13° Corps de bâtiment sur le rempart. | | 60.10 | 8,28 | 497,63 |
| 14° Bâtiment de la cuisine. | | 16,00 | 13,00 | 208,00 |
| 15° Amphithéâtre | | 31,00 | 21.40 | 663,40 |
| 16° Serre du jardin botanique. | | 32,60 | 5,20 | 159,52 |
| 17° Galerie du jardin. | | 81,00 | 10,00 | 810,00 |
| 18° Bureaux. | | 57,00 | 9,00 | 513,00 |
| 19° Chapelle. Nef. | 137,12. | | | |
| Chœur. | 27,78. | » » | » » | 245,90 |
| Escalier | 81,00. | | | |
| 20° Galerie de chaque côté de la chapelle. | | 13,19 | 6,11 | 81,20 |
| 21° Grand réservoir. | | 34,03 | 15,60 | 530,87 |
| | | | | m. 12363,41 |

| § II. — *Détails divers.* | LONGUEUR DES FAÇADES. | REZ DE CHAUSSÉE. PORTES. | REZ DE CHAUSSÉE. CROISÉES. | ÉTAGE. CROISÉES. | ARCADES DE GALERIES. |
|---|---|---|---|---|---|
| | m. | | | | |
| 1° Façade du château d'eau. | 23,18 | 2 | 3 | 1 | » |
| 2° — sur le port, côté de la tour noire. | 79,23 | » | 22 | 22 | » |
| 3° — sur le rempart. | 60,10 | » | 20 | 20 | » |
| 4° Pignon de la salle du rempart. | 8,28 | » | 2 | 2 | » |
| 5° Façade sur la corderie. | 30,60 | » | 16 | 16 | » |
| 6° — de la cour de la chapelle. | 126,20 | 7 | 64 | 71 | » |
| 7° — de la petite cour des salles. | 107,20 | 4 | 28 | 32 | » |
| 8° — d'une cour semblable. | 107,20 | 4 | 28 | 32 | » |
| 9° — du retour de la 1re des grandes salles. | 10,00 | » | 2 | 2 | » |
| 10° Têtes des salles sur la corderie. | 139,20 | » | 44 | 44 | » |
| 11° Façade d'une cour fermée. | 129,10 | 5 | 30 | 37 | » |
| 12° Trois autres égales | 387,30 | 15 | 90 | 111 | » |
| 13° Façade d'une cour ouverte sur la corderie. | 129,50 | 4 | 30 | 36 | » |
| 14° Deux autres égales | 259,00 | 8 | 60 | 72 | » |
| 15° Pignons des salles de la grande cour. | 66,50 | 7 | 14 | 21 | » |
| 16° Façade de la galerie de la chapelle. | 26,56 | » | » | » | 8 |
| 17° — d'une galerie de communication. | 31,60 | » | » | » | 10 |
| 18° Six autres égales | 189,60 | » | » | » | 60 |
| 19° Façade de la chapelle. | 53,00 | Pour mémoire. | Id. | Id. | » |
| 20° — du bâtiment sur le rempart. | 128,48 | 7 | 33 | 40 | » |
| 21° — de la cour sur le bagne. | 64,20 | 3 | 18 | 21 | » |
| 22° — de l'entrée. | 40,00 | 4 | 6 | 7 | » |
| 23° — de l'amphithéâtre et de la serre. | 132.00 | 5 | 13 | 18 | » |
| 24° — de la galerie du jardin botanique. | 174.20 | 6 | 29 | 35 | » |
| 25° — des bureaux. | 114,60 | 3 | 7 | 10 | » |
| | m. 2736,83 | 84 | 559 | 650 | 78 |

## DOCUMENT N° 4.

*Programme des bases de la distribution des localités.*

1° D'un hôpital principal de port militaire en France considéré en outre comme hôpital d'instruction;
2° D'un hôpital de bagne;
3° D'une succursale d'hôpitaux des ports.
Posé par décision du Ministre de la Marine du 9 mars 1840.

### 1° HOPITAL PRINCIPAL.

§ 1er. *Non considéré comme hôpital d'instruction.*

Un corps de garde à la porte principale. Son installation concerne la direction des travaux maritimes; les allocations en luminaire, chauffage, etc., sont celles prévues pour les corps de garde du port et des établissements de la marine: la dépense est étrangère au service des hôpitaux.

- **Dépendances.**
  - Loge du portier.
  - Poste du chirurgien de garde.
  - Vestiaire et magasin des sacs.
  - Bureau des entrées.
  - Pharmacie centrale et magasin.
  - Pharmacie de détail.
  - Dépense.
  - Cuisines, bûcher et caves.
  - Magasin du mobilier.
  - Dépôt pour le linge sale.
  - Buanderie et séchoir (excepté à Brest).
  - Chambre des morts.
  - Chapelle funéraire.
  - Salle de dissection.
  - Bureau de l'administration et du contrôle.
  - Chapelle avec une sacristie.
  - Salle de police avec lit de camp.
- **Logements.**
  - Prévôt de chirurgie.
  - Chirurgien et pharmacien de garde.
  - Aumônier.
  - Sœurs hospitalières.
    - Réfectoire.
    - Dortoirs.
    - Oratoire particulier où le service divin ne peut être célé ré.
  - Infirmier-major.
  - Infirmier-portier.
  - Infirmier (à réunir dans les salles vacantes des malades).
  - Commis aux entrées à *Rochefort.*
  - Salle à manger pour les officiers de service.

  (Nota. A Cherbourg, le commissaire des hôpitaux et l'agent comptable sont en outre logés à l'hôpital).
- **Service des malades.**
  - Officiers supérieurs logés isolément.
  - Officiers. . . . .
    - Cabinets. (Lorsque les localités le permettent, il en est réservé pour les officiers attaqués de maladies graves qui exigent l'isolement. Leur placement dans ces cabinets est autorisé par le commissaire des hôpitaux sur la demande des premiers médecin et chirurgien en chef de la marine).
    - Salle ordinaire.
    - Salle à manger.

    (Nota. Il est réservé à Brest une chambre pour les élèves du vaisseau-école).
  - Sous-officiers. Une salle ou chambre.
  - Marins et militaires.
    - Salles des fiévreux.
    - — des blessés.
    - — des galeux.
    - — des vénériens.
    - Salles des consignés.

    Une salle pour chaque genre de maladie. Une seconde ne doit être ouverte que lorsque les lits de la première sont occupés; savoir: aux dix-neuf vingtièmes (salle de fiévreux); aux dix-huit vingtièmes (id. de blessés), et entièrement (salles des galeux et vénériens).
  - Établissement des bains.

  (Nota. Il est affecté des cabinets pour les sœurs qui sont chargées des salles.

§ 2. *Considéré comme hôpital d'instruction à Brest, Rochefort et Toulon.*

Une salle pour les séances du conseil de santé.
Un cabinet pour les archives.
Un cabinet d'histoire naturelle.
Un cabinet pour le dépôt des pièces anatomiques.
Un cabinet pour le dépôt et la conservation des instruments de chirurgie (arsenal de chirurgie).
Un amphithéâtre pour les cours.
Une bibliothèque.
Un jardin botanique.

(NOTA. A Cherbourg il n'est accordé qu'une salle pour les séances du conseil de santé et un amphithéâtre.)

## 2° HOPITAL DE BAGNE.

Dépendances.
- Pharmacie de détail (à Toulon seulement).
- Cuisines, bûcher et caves (*idem*).
- Dépôt pour le linge sale.
- Chambre des morts (à Toulon seulement).
- Bureau des entrées (*idem*).
- Chambre des adjudants de service.
- — des sous-officiers et gardes-chiourmes.
- Corps de garde (à Brest et à Toulon seulement).
- Cabinet des bains.
- Cabinets pour les sœurs de service : elles couchent à l'hôpital principal.

Logements.
- Prévôt des chirurgiens (à Toulon seulement).
- Chirurgien et pharmacien de garde (*idem.*)

Services des malades. Une salle. L'ouverture d'une seconde salle a lieu (si les localités le permettent), lorsque les lits de la première sont occupés aux *dix-huit vingtièmes.*

## 3° SUCCURSALES.

§ 1er. *Hôpital du Séminaire ou Saint-Louis, à Brest.*

Dépendances.
- Un corps de garde (mêmes indications que pour celui de l'hôpital principal, § 1er).
- Loge du portier.
- Poste du chirurgien de garde.
- Vestiaire et magasin des sacs.
- Bureau de l'administration.
- Pharmacie de détail.
- Cuisine, bûcher et caves.
- Dépôt pour le linge sale.
- Chambre des morts.
- Chapelle funéraire.
- Chapelle avec une sacristie.
- Salle de police avec lit de camp.

Logements.
- Prévôt de chirurgie.
- Chirurgien et pharmacien de garde.
- Infirmiers.
- Portier.
- Une salle servant de réfectoire pour les sœurs de service à l'hôpital.
- Une chambre (ou dortoir) pour celles affectées au service de nuit : les autres couchent à l'hôpital principal.

Service des malades. (Marins, mil.)
- Salle de fiévreux.
- — de blessés.
- Établissement des bains.

§ 2. *Hôpital de Saintes, succursale des hôpitaux de Rochefort.*

Dépendances.
- Corps de garde.
- Loge du portier.
- Vestiaire et magasin des sacs.
- Bureau de l'administration.
- Pharmacie de détail.
- Dépenses.
- Cuisine, bûcher et caves.
- Magasin du mobilier.
- Dépôt pour le linge sale.
- Buanderie et séchoir.
- Chambre des morts.
- Salle de dissection.
- Chapelle.
- Salle de police avec lit de camp.

**Logements.**
- Officier de santé chargé en chef du service.
- Chirurgien et pharmacien de service.
- Commis des hôpitaux.
- Salles à manger pour les officiers de service.
- Sœurs hospitalières. { Réfectoire. / Dortoirs. / Oratoire particulier où le service divin ne peut être célébré.
- Infirmier-portier.
- Infirmiers (à réunir dans les salles ordinaires de malades).

**Service des malades Convalescents.**
- Officiers. . . . . . . { Chambres particulières. / Salles à manger.
- Sous-officiers.
- Marins et militaires.
  - Il est affecté des cabinets pour les sœurs de service.
- Établissement des bains.

§ 3. *Hôpital de Saint-Mandrier, succursale des hôpitaux de Toulon.*

**Corps-de-garde.** Mêmes indications que pour celui de l'hôpital principal (§ 1er).

**Dépendances.**
- Loge du portier.
- Vestiaire et magasin des sacs.
- Bureau de l'administration.
- Pharmacie de détail.
- Dépense.
- Cuisine, bûcher et caves.
- Magasin du mobilier.
- Dépôt pour le linge sale.
- Buanderie et séchoir.
- Chambre des morts.
- Chapelle funéraire.
- Salle de dissection.
- Chapelle avec sacristie.
- Salle de police avec lit de camp.

**Logements.**
- Mêmes indications que pour Saintes, § 2, sous-commissaire ou commis principal chargé du service administratif (si le nombre des malades l'exige).
- Aumônier.

**Service des malades.**
- Officiers. . . . . . . . . { Salles communes des malades. / Salle à manger.
- Sous-officiers . . . . . . Une salle à manger.
- Marins et militaires. . . { Salles des fiévreux et blessés. / — des galeux et vénériens.
- Établissement des bains.

(NOTA. Il est affecté des cabinets près des salles pour les sœurs de service).

## DOCUMENT N° 5.

### *Légende de l'hôpital de la marine à Rochefort.*

(V. figures 765 des planches).

| | | |
|---|---|---|
| (a) HÔTEL DE MARS. | 16 Cuisine | NOMBRE de lits. |
| *Rez de chaussée.* | 17 Chapelle | |
| 1 Vestibule. | 18 Réfectoire | |
| 2 Corridors. | 19 Antichambre } des sœurs. | |
| 3 Laboratoire. | 20 Salle de réception | |
| 4 Pharmacie. | 21 Bureau | |
| 5 Cabinet du pharmacien en chef. | 22 Bureau de la pharmacie. | |
| 6 Dépôt de médicaments. | *Premier étage.* | |
| 7 Grand magasin aux médicaments. | 10 chambres d'officiers pouvant rece- | 46 |
| 8 Pharmacie de détail. | voir 1 dortoir et 4 chambres pour | 46 |
| 9 Pilerie. | les sœurs. | |
| 10 Tisanerie. | *Deuxième étage.* | La largeur des lits est de 1m, 04; et l'intervalle moyen de 0m, 70. |
| 11 Grande cuisine. | Grande lingerie. | |
| 12 Souillarde. | Lingerie journalière. | |
| 13 Dépense à la suite. | Logement de l'aumônier des sœurs. | |
| 14 Boucherie. | | |
| 15 Paneterie. | A reporter.. . . . . . | 92 |

| | NOMBRE de lits. |
|---|---|
| Report. . . . . . . . | 92 |
| 9 pièces affectées au service de la pharmacie, de la lingerie et de la cuisine. | |
| *Greniers.* | |
| Magasin pour la pharmacie. | |
| *Id.* pour les légumes secs, etc. | |
| (*b*) SALLE DE FIÉVREUX ET DE BLESSÉS. | |
| *Rez-de-chaussée.* | |
| 1 Salles de fiévreux. | |
| Chaque salle contient 80 lits : pour 2 salles. . . . . . . . . . . . . . | 160 |
| 2 Salles de blessés. | |
| Chaque salle contient 80 lits : pour 2 salles. . . . . . . . . . . . . . | 160 |
| 3 Cabinets pour les sœurs chargées du service des salles. | |
| 4 Latrine des salles. | |
| *Entresol au-dessus des corridors.* | |
| Cabinets pour les officiers de santé. | |
| Latrines des sœurs. | |
| *Premier étage dans les mansardes.* | |
| Salles de fiévreux. | |
| Chaque salle contient 80 lits : pour quatre salles. . . . . . . . . . | 320 |
| Cabinets pour les officiers de santé. | |
| Latrines des salles. | |
| (*c*) PAVILLON DES FORÇATS. | |
| *Rez-de-chaussée.* | |
| 1 Corridor. | |
| 2 Salles des forçats blessés. | |
| Chaque salle contient 48 lits : pour deux salles. . . . . . . . . . . | 96 |
| 3 Cabinet pour une sœur. | |
| 4 Latrine des salles. | |
| *Entresol.* | |
| Cabinet pour un adjudant des gardes-chiourmes. | |
| *Premier étage.* | |
| Salle des fiévreux. . . . . . . . . . . | 100 |
| Cabinet pour une sœur. | |
| Latrines. | |
| (*d*) PAVILLON DES VÉNÉRIENS. | |
| *Rez-de-chaussée.* | |
| 1 Corridor. | |
| 2 Salles des vénériens. . . . . . . . . | 48 |
| A reporter. . . . . . . . | 976 |

| | NOMBRE de lits. |
|---|---|
| Report. . . . . . . . | 976 |
| 3 Salles des galeux. . . . . . . . . . | 48 |
| 4 Cabinet pour une sœur. | |
| 5 Latrines des salles. | |
| *Entresol.* | |
| Cabinet pour un adjudant des gardes-chiourmes. | |
| *Premier étage.* | |
| Salle de forçats fiévreux. . . . . . . | 100 |
| Cabinet pour une sœur. | |
| Latrines. | |
| (*e*) PAVILLON DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE. | |
| *Rez-de-chaussée.* | |
| 1 Vestibule. | |
| 2 Cabinet du professeur d'anatomie. | |
| 3 Latrines. | |
| 4 Cabinets. | |
| 5 Salles d'exposition des objets d'histoire naturelle. | |
| 6 Salle des leçons. | |
| 7 Salle de dissection. | |
| *Entresol.* | |
| Bibliothèque. | |
| Salle du conseil de santé. | |
| Chambres des prévôts et des chirurgiens de garde. | |
| Réfectoire des officiers de santé. | |
| Cabinet du bibliothécaire et du professeur d'histoire naturelle. | |
| *Premier étage.* | |
| Salle des forçats fiévreux. . . . . . | 60 |
| Cabinet pour une sœur. | |
| Latrines. | |
| (*f*) PAVILLON DE L'ADMINISTRATION. | |
| *Rez-de-chaussée.* | |
| 1 Vestibule. | |
| 2 Bureau du commissaire de l'hôpital. | |
| 3 Réduit des gardiens. | |
| 4 Dépôt d'une partie des archives. | |
| 5 Bureau des commis. | |
| 6 Cabinet. | |
| 7 Grande chapelle. | |
| 8 Latrines. | |
| *Entresol au-dessus des bureaux.* | |
| Bureau du sous-commissaire. | |
| *Premier étage.* | |
| Salle des prisonniers. . . . . . . . | 60 |
| Cabinet pour une sœur. | |
| Latrines. | |
| Total. . . . . . . . . | 1,244 |

# APPENDICE N° 7.

---

*Extraits du devis estimatif d'éclairage des côtes de France, pour l'année 1839.*

---

**N° 1. — *Poids de l'huile consommée annuellement pour l'éclairage des phares lenticulaires.***

| ORDRE DES PHARES. | ESPÈCE DES LAMPES. | DIAMÈTRE des becs de lampe. | POIDS de l'huile que consomme, par heure la lampe de l'appareil | CONSOMMATION ANNUELLE D'HUILE. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | LAMPE de l'appareil allumée durant 4,000 heures. | VEILLEUSES et lampe de quart des gardiens. | DÉCHET dans l'emploi. | POIDS total. |
| | | Millim. | Gramme. | Kilog. | Kilog. | Kilog. | Kilog. |
| 1er | Lampes mécaniques à 4 mèches concentriques. | 85 | 750 | 3,000 | 90 | 75 | 3,165 |
| 2e | *Id.* à 3 *id.* . . . | 66 | 500 | 2,000 | 90 | 50 | 2,140 |
| 3e | *Id.* à 2 *id.* . . . | 40 | 190 | 760 | 60 | 25 | 845 |
| 4e | *Lampe hydrostatique au sulfate de zinc.* . | » | 55 | 220 | 15 | 15 | 250 |
| 4e | *Lampe ordin. d'Argant à bec de gros calib.* (*g. b.*) | 24 | 60 | 240 | 12 | 8 | 260 |
| 4e | Id. *à bec de calib. moyen* (b. m.) | 23 | 50 | 200 | 12 | 8 | 220 |
| 4e | Id. . . . *à bec de petit calibre* (p. b.) | 22 | 45 | 180 | 12 | 8 | 200 |

N° 2. — *Poids de l'huile consommée annuellement pour l'éclairage des phares catoptriques à lampes d'Argant.*

| DÉSIGNATION DES PHARES. | ESPÈCE DES APPAREILS D'ÉCLAIRAGE. | Diamètre des réflecteurs. | NOMBRE pour chaque phare ou système de phare des réflecteurs. | NOMBRE … des becs d'Argant. | Poids de l'huile que consomme, par heure, chaque bec de la lampe. | CONSOMMATION annuelle d'huile. Lampes des appareils allumées durant 4,000 heures. | Veilleuse et lampe de quart des gardiens. | Dechet dans l'emploi. | Poids total. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Gr. | Kil. | Kil. | Kil. | Kil. |
| Deux phares de la Hève. | Réflecteurs à double parabole | » | 20 | 40 | 30 | 4,800 | 120 | 150 | 5,070 |
| Phare des Baleines . . . | *Id.* . . . . . | » | 10 | 20 | 30 | 2,400 | 70 | 75 | 2,545 |
| Phare du cap Fréhel et du Four. . . . . . . | *Id.* . . . . . | » | 8 | 16 | 30 | 1,920 | 70 | 60 | 2,050 |
| Phares de Calais et d'Ailly. | Grands réfl. paraboliques simples. | » | 6 | 6 | 40 | 960 | 70 | 30 | 1,060 |
| Phare de la Chaume. . . | Petits réflecteurs paraboliques ou *photophores*. . . . . . | » | 10 | 10 | 35 | 1,400 | 50 | 40 | 1,490 |
| Fanaux de La Rochelle et du port Breton (île d'Yeu). | *Id.* . . . . | » | 1 | 1 | 35 | 140 | 12 | 8 | 160 |
| Deux fanaux de Barfleur. | *Id.* à petit bec. | » | 2 | 2 | 30 | 240 | 15 | 10 | 265 |
| Fanal de Quillebœuf. . . | *Grand réfl. sidéral à bec quintuple.* | » | 1 | 5 | 30 | 600 | 20 | 20 | 640 |
| Fanaux de Honfleur. . . | *Appareils sidéraux à petit bec.* . | » | 2 | 2 | 30 | 240 | 15 | 10 | 265 |
| Fanaux de Dunkerque, du Hoc, de Lornel, de l'Eglise d'Oyestreham, de Saint-Martin (île de Ré), de Royan, de Pouillac, de Soccoa et d'Agde. . . | *Appareils sidéraux à gros bec (g.b.)* | » | 1 | 1 | 50 | 200 | 12 | 7 | 220 |
| Deux fanaux du Touquet. Deux fanaux de l'île Pelée. | *Id.* . . . . | » | 1 | 1 | 50 | 400 | 15 | 15 | 430 |
| Fanal de Courseules. . . | *Appareil sidéral à bec moyen (b.m.)* | » | 1 | 1 | 40 | 160 | 12 | 8 | 180 |
| Fanal des dunes d'Oyestreham. . . . . . . | *Id. à petit bec (p. b.)* . | » | 1 | 1 | 30 | 120 | 15 | 10 | 145 |

N° 3. — *Poids de l'huile consommée annuellement pour l'éclairage des phares catoptriques garnis de lampes à mèche plate.*

| DÉSIGNATION DES PHARES. | ESPÈCE DES APPAREILS D'ÉCLAIRAGE. | Nombre de becs de lampe. | Largeur des mèches. | Poids de l'huile que consomme, par heure, chaque bec de lampe. | CONSOMMATION ANNUELLE D'HUILE. lampe de l'appareil allumée pendant 4,000 heures. | Veilleuse et lampe de quart des gardiens. | Déchet dans l'emploi. | Poids total. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Mill. | Gram. | Kilog. | Kilog. | Kilog. | Kilog. |
| Phare de Cette. . . | *Réflecteurs cylindriques.* . | 17 | 28 | 16 | 1,088 | 40 | 40 | 1,168 |
| Fanal d'amont de Touq. | *Id.* en coquille échancrée. . | 3 | 16 | 16 | 192 | 12 | 8 | 212 |
| Fanal du Havre. . . | *Id.* . . . . . . . . . | 8 | 30 | 20 | 640 | 15 | 25 | 680 |

N° 4. — *Prix des mèches de coton consommées annuellement pour l'éclairage des divers phares.*

| ESPÈCE DES APPAREILS. | | ESPÈCE des mèches. | LARGEUR des mèches aplaties. | QUANTITÉ consommée annuellement. | PRIX de l'unité. | PRODUITS. | SOMMES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| § 1. — APPAREILS LENTICULAIRES. | | | Millim. | Mètres. | fr. c. | fr. c. | |
| 1er ordre. | | Nos 1 cylindriques | 33 | 12 | 0 30 | 3 60 | fr. c. 43 10 |
| | | 2, id. | 64 | 12 | 1 00 | 12 00 | |
| | | 3, id. | 96 | 10 | 1 25 | 12 50 | |
| | | 4, id. | 131 | 10 | 1 50 | 15 00 | |
| 2e ordre. | | 1, id. | 33 | 12 | 0 30 | 3 60 | 28 10 |
| | | 2, id. | 66 | 12 | 1 00 | 12 00 | |
| | | 3, id. | 104 | 10 | 1 25 | 12 50 | |
| 3e ordre. | | 1, id. | 30 | 12 | 0 30 | 3 60 | 13 60 |
| | | 2, id. | 61 | 10 | 1 00 | 10 00 | |
| 4e ordre. Appareils catadioptriques. | à gros bec d'Argant et à lampe hydrostatiq. | Cylindriques. | 37 à 33 | 12 | 0 40 | 4 80 | 4 80 |
| | à bec moyen ou à petit bec. | id. | 30 | 12 | 0 30 | 3 60 | 3 60 |
| § 2. — APPAREILS CATOPTRIQUES A LAMPE D'ARGANT. | | | | | | | |
| Appareils sidéraux | à gros bec. | id. | 34 | 12 | 0 40 | 4 80 | 4 80 |
| | à bec moyen et à petit bec. | id. | » | 12 | 0 30 | 3 60 | 3 60 |
| Appareils catoptriq. des autres espèces. | | id. | » | 12 | 0 30 | 3 60 | 3 60 |
| § 3. — RÉVERBÈRE A MÈCHE PLATE PLIÉE EN TROIS. | | | | | | | |
| Fanal du Havre. | | Mèche plate. | 30 | 1 grosse. | 3 00 | 3 00 | 3 00 |
| Fanal de Cette et autres réverbères à mèche plate. | | id. | 23 à 28 | Id. | 2 00 | 2 00 | 2 00 |

N° 5. — *Prix des cheminées de cristal nécessaires au service annuel de phares.*

| ESPÈCE DES APPAREILS. | | ESPÈCE de cheminées | NOMBRE moyen de cheminées consommées annuellemt par bec de lampe. | PRIX de l'unité. | PRODUITS. | EMBALLAGE, transport et faux frais | SOMMES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | fr. | fr. | fr. | fr. |
| Appareils lenticulaires. | 1er ordre. | Coudée. | 30 | 3 00 | 90 | 15 | 105 |
| | 2e ordre. | Id. | 30 | 2 50 | 75 | 12 | 87 |
| | 3e ordre. | Id. | 30 | 1 50 | 45 | 10 | 55 |
| | 4e ordre. | Id. | 20 | 0 50 | 10 | 5 | 15 |
| | Id. | Droite. | 20 | 0 30 | 6 | 4 | 10 |
| Appareils catoptriques. | | Coudée. | 20 | 0 40 | 8 | 4 | 12 |
| | | Droite. | 20 | 0 30 | 6 | 4 | 10 |

*Prix des diverses fournitures à faire annuellement, tant pour le nettoiement que pour l'entretien ordinaire des appareils d'éclairage et des lanternes des phares.*

| ...SPÈCE DES PHARES. | LINGE. Essuie-mains. Nombre. | Prix. | Torchons. Nombre. | Prix. | Blanchissage. | PEAUX de chamois. Nombre. | Prix. | ROUGE à polir. Poids. | Prix. | ESPRIT-DE-VIN. Nombre de litres. | Prix. | Essence de térébenthine, huile d'horloger. | Huile de lin, huile cuite, céruse et blanc d'Espagne. | Brosses dites queues de rat et brosses d'horloger. | BROSSES à main. Nombre. | Prix. | PLUMEAUX de coq. Nombre. | Prix | Balais de crin. | Balais ordinaires et éponges. | Sommes par phare ou système de phares. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| § 1er. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ...ARES LENTICULAIRES. | | fr. | | fr. | fr. | | fr. | kil. | fr. | | fr. | fr. | fr. | fr. | | fr. | | fr. | fr. | fr. | fr. |
| ...e. . . . . . . . . . | 6 | 12 | 12 | 18 | 30 | 3 | 6 | 1 | 6 | 6 | 12 | 6 | 12 | 3 | 2 | 5 | 2 | 10 | 4 | 6 | 130 |
| . . . . . . . . . . | 5 | 10 | 10 | 15 | 25 | 2 | 4 | 1 | 6 | 5 | 10 | 5 | 9 | 2 | 2 | 5 | 2 | 10 | 4 | 5 | 110 |
| . . . . . . . . . . | 4 | 8 | 8 | 12 | 20 | 2 | 4 | 50 | 3 | 4 | 8 | 5 | 6 | 1 50 | 1 | 2 50 | 1 | 5 | 4 | 3 | 80 |
| A lampe hydrostatique. | 2 | 4 | 4 | 6 | 12 | 1 | 2 | 25 | 1 50 | 1 1/2 | 5 | 2 | 3 | 1 | 2/5 | 1 | 2/5 | 2 | » | 2 50 | 40 |
| A lampe d'Argant avec logement de gardien. | 1 | 2 | 2 | 3 | 10 | 1 | 2 | 25 | 1 50 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2/5 | 1 | 2/5 | 2 | » | 1 50 | 50 |
| A lampe d'Argant sans logement. | » | » | » | » | 10 | 1 | 2 | 25 | 1 50 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2/5 | 1 | 2/5 | 2 | » | 1 50 | 25 |
| § 2. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ...ARES CATOPTRIQUES. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ...ares de la Hève, 20 grands ...urs. . . . . . . . . | 12 | 24 | 24 | 36 | 30 | 6 | 12 | 5 | 30 | 3 | 6 | » | 24 | 8 | 4 | 10 | 2 | 10 | 8 | 10 | 228 |
| ...es Baleines, du cap Fréhel, ...r, 8 grands réflecteurs cha- ...ares de Calais et de l'Ailly: ...ls réflecteurs chacun. . . | 5 | 10 | 10 | 15 | 25 | 3 | 6 | 3 | 18 | 2 | 4 | » | 9 | 4 | 2 | 5 | 1 | 5 | 4 | 5 | 110 |
| ...me, 12 photophores. . . | 4 | 8 | 8 | 12 | 20 | 2 | 4 | 2 | 12 | 1 | 2 | » | 6 | 3 50 | 1 | 2 50 | 1 | 5 | 4 | 3 | 82 |
| ...réverbères à mèches plates. | 4 | 8 | 8 | 12 | 20 | 2 | 4 | 2 | 12 | 1 | 2 | » | 6 | » | 1 | 2 50 | 1 | 5 | 4 | 2 50 | 78 |
| ...Havre, 8 réflecteurs à mè- ...tes. . . . . . . . | 1 | 2 | 2 | 3 | 10 | 1 | 2 | 1 | 6 | 1 | 2 | » | 3 | » | » | » | » | » | » | 2 | 3... |
| ...Quillebœuf, 1 grand ré- ...sidéral à 5 becs. . . . | » | » | » | » | 10 | 2 | 4 | 1 | 6 | 1 | 2 | » | 3 | 1 | » | » | 2/5 | 2 | » | 2 | 30 |
| ...le Honfleur, 2 réflecteurs ...x chacun . . . . . . | » | » | » | » | 10 | 1 | 2 | 1 | 6 | 1 | 2 | » | 3 | 1 | » | » | 1/5 | 1 | » | 2 | 27 |
| ...aux du Croisic et de Cette, ...s plates . . . . . . | » | » | » | » | 10 | 1 | 2 | 1 | 6 | 1 | 2 | » | 3 | » | » | » | » | » | » | 2 | 2... |
| ...naux avec logement pour le gardien . . | 1 | 2 | 2 | 3 | 8 | 1 | 2 | 3/4 | 4 50 | 1 | 2 | » | 3 | 1 | » | » | » | » | » | 1 50 | 27 |
| ...naux sans logement. . | » | » | » | » | 8 | 1 | 2 | 3/4 | 4 50 | 1 | 2 | » | 3 | 1 | » | » | » | » | » | 1 50 | 22 |

*N° 7. Entretien annuel des lampes et fournitures de cordes, tant pour les machines de rotation que pour les fanaux à potence.*

§ 1er. — LAMPES MÉCANIQUES.

On estime que l'entretien annuel d'une lampe mécanique, servant par an durant quatre mille heures, peut équivaloir moyennement au dixième de sa valeur.

1° *Lampe mécanique du 1er ordre.*

| | | |
|---|---|---|
| Le prix d'une lampe de cet ordre étant de 650 fr., l'entretien annuel est porté à . . . . . . . . . . . . . . . . | 65f 00 | 75f 00 |
| Deux cordes pour le poids moteur . . . . . . . . | 10 00 | |

2° *Lampe mécanique du 2e ordre.*

| | | |
|---|---|---|
| Le prix d'une lampe de cet ordre étant de 550 fr., l'entretien annuel est porté à . . . . . . . . . . . . . . . . . | 55 00 | 65 00 |
| Deux cordes pour le poids moteur. . . . . . . . . . | 10 00 | |

3° *Lampe mécanique du 3e ordre.*

| | | |
|---|---|---|
| Le prix d'une lampe de cet ordre étant de 400 fr., l'entretien annuel est porté à . . . . . . . . . . . . . . . . . | 40 00 | 48 00 |
| Deux cordes pour le poids moteur. . . . . . . . . | 8 00 | |

§ 2. — LAMPES HYDROSTATIQUES ET LAMPES ORDINAIRES A NIVEAU CONSTANT.

1° *Lampe hydrostatique.*

| | | |
|---|---|---|
| Entretien de la lampe et corde du contre-poids . . . . . | 5 00 | 10 00 |
| Renouvellement du sulfate de zinc. . . . . . . . . | 5 00 | |

2° *Lampe du canal de Quillebœuf, à bec quintuple* . . . . . . . . . 4 00

3° *Lampe à niveau constant et à bec d'Argant.*

Frais d'entretien par bec de lampe. . . . . . . . . . . . . . 2 00

4° *Lampe à niveau constant et à mèche plate.*

Becs de plus de 28 millimètres de largeur. . . . . . . . . . . 1 50

Becs d'une largeur inférieure à 28 millimètres. . . . . . . . . . 1 00

§ 3. — FOURNITURE DE CORDES.

1° Pour les machines de rotation des phares du 1re et du 2e ordre . . . . . 15 00

2° — — — des phares du 3e ordre. . . . . . . . . 12 00

3° — — — des fanaux de port . . . . . . . . . 8 00

4° Pour les potences des fanaux mobiles. . . . . . . . . . . . . 6 00

### N° 8. — *Argentage des réflecteurs métalliques.*

Le renouvellement de l'argentage n'étant nécessaire que pour les réflecteurs métalliques non plaqués, il ne sera ici question que de cette espèce de miroir.

1° *Grands réflecteurs paraboliques, de 0m,83 d'ouverture.*

Le réargentage à huit feuilles des réflecteurs paraboliques de Calais et du cap d'Ailly est estimé 100 fr. pour chacun de ces appareils. Cette restauration, n'étant moyennement nécessaire qu'une fois en quatre années, coûtera. . 25f 00 } 30f 00
Un quart des frais d'envoi et de retour. . . . . . 5 00 }

2° *Grands réflecteurs à double parabole de 0m,78 d'ouverture.*

Le réargentage des réflecteurs à double parabole des phares de la Hève, du cap Fréhel, du Four et des Baleines, est évalué à 60 fr. seulement, eu égard aux facilités résultant de leur division en deux pièces. Pour un quart . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 15 00 } 20 00
Un quart des frais d'envoi et de retour. . . . . . 5 00 }

3° *Réflecteur sidéral de Quillebœuf.*

Le réargentage est estimé 40 fr. Pour un quart. . . . . . 10 00 } 15 00
Un quart des frais d'envoi et de retour. . . . . . . . 5 00 }

4° *Réflecteurs sidéraux ordinaires.*

Le réargentage des réflecteurs sidéraux ordinaires comprenant deux nappes paraboliques, accompagnées de deux joues, est estimé 20 fr. par réflecteur.
Pour un quart. . . . . . . . . . . . . . . . 5 00 } 8 00
Un quart des frais d'envoi et de retour. . . . . . . 3 00 }

5° *Réflecteurs en coquilles échancrées.*

Le réargentage des réflecteurs des fanaux du Havre et de la Touques (n° 1er), est évalué à 12 fr. par réflecteur. Pour un quart. . . 3 00 } 5 00
Un quart des frais d'envoi et de retour . . . . . . . 2 00 }

6° *Réflecteur cylindrique de Cette, réverbères du fort Richelieu et autres.*

Le réargentage de ces réflecteurs est évalué à 6 fr. tout compris. Pour un quart . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1 50

### N° 9. *Vitrage des lanternes.*

1° *Phares des 3 premiers ordres.*

Le diamètre des lanternes des phares des trois premiers ordres, tant de l'ancien que du nouveau système, varie de 2 mètres à 4 mètres. Leurs panneaux sont vitrés en verre

double aux anciens phares d'Ailly, de la Hève, du cap Fréhel, du Four et des Baleines, et en glaces de 8 à 10 millimètres d'épaisseur au phare de Calais ainsi qu'à tous les phares du nouveau système.

L'entretien annuel du vitrage en glaces est évalué, savoir :

Lanterne du 1er ordre, de 3m,50 à 4 mètres de diamètre. . . . . . . . 40f 00
Lanterne du 2e ordre, de 3 mètres de diamètre. . . . . . . . . . . 30 00
Lanterne du 3e ordre, de 2 mètres à 2m,50 de diamètre. . . . . . . 20 00

L'entretien du vitrage en verre double des lanternes des phares d'Ailly, de la Hève, du cap Fréhel et du Four, est évalué à . . . . . . . . . . . . . . . 30 00

Phare de Cette. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 20 00

2° *Fanaux du 4e ordre.*

Les lanternes des fanaux du 4e ordre peuvent être divisées en deux classes principales : les lanternes fixes, dans l'intérieur desquelles on peut pénétrer, et dont le diamètre varie de 1 mètre à 1m,60; et les lanternes fixes ou mobiles, dans lesquelles on ne peut pénétrer.

Les premières sont vitrées.

Les unes en glaces, dont l'entretien est estimé. . . . . . . . . . 20 00
Les autres en verre double, dont l'entretien est estimé. . . . . . . 10 00

Les lanternes d'un diamètre inférieur sont vitrées.

Les unes en glaces (île de Croix, île d'Hœdic, la Coubre, Terre-Nègre, etc.), dont l'entretien est estimé. . . . . . . . . . . . . . . . . 10 00
Les autres en verre double, dont l'entretien est estimé. . . . . . . . 5 00

### N° 10. — *Peinture des fers des lanternes.*

La dépense pour la peinture des fers apparents des lanternes, des armatures, des balustrades au sommet des tours, etc., est évaluée de 5 fr. à 100 fr., selon l'étendue des surfaces à peindre et la situation des phares et fanaux.

# APPENDICE N° 8.

---

***Tableaux réglementaires relatifs aux ancres, aux chaînes et objets divers, etc., à délivrer aux bâtiments de tout rang de la Marine militaire de France.***

*Tableau réglementaire relatif aux ancres, aux chaînes pour objets divers, etc., etc.*

## OBJETS EN FER.

—

ARMEMENT ET RECHANGE.

—

*ancres.*

| Objet | Article | Détail | Points de repère | VAISSEAUX. 1er rang. 120 bouches à feu. | VAISSEAUX. 2e rang. 100 bouches à feu. | VAISSEAUX. 3e rang. 90 bouches à feu. | VAISSEAUX. 3e rang. 86 bouches à feu. | VAISSEAUX. 4e rang. 80 bouches à feu. | FRÉGATES. 1er rang. 58 bouches à feu portant du 36. | FRÉGATES. 1er rang. 60 bouches à feu portant du 30. | FRÉGATES. 2e rang. 50 bouches à feu portant du 24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ancres enjalées. (Les ancres seront pourvues de cigales à boulon pour câbles-chaînes et pour câbles-chanvre.) (*V.* à l'Article Cigales). | Grandes ancres. | Nombre. | *a* | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | | Longueur totale de l'ancre. Mèt. | *b* | 5,894 | 5,894 | 5,809 | 5,586 | 5,343 | 5,343 | 5,343 | 4,96 |
| | | Poids. Kil. | *c* | 4,700 | 4,700 | 4,500 | 4,000 | 3,500 | 3,500 | 3,500 | 2,80 |
| | Ancre d'affourche. | Nombre. | *d* | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | Longueur totale de l'ancre. Mèt. | *e* | 5,491 | 5,491 | 5,393 | 5,185 | 4,960 | 4,960 | 4,960 | 4,57 |
| | | Poids. Kil. | *f* | 3,800 | 5,800 | 3,600 | 3,200 | 2,800 | 2,800 | 2,800 | 2,20 |
| | Ancre de détroit. | Nombre. | *g* | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | Longueur totale de l'ancre. Mèt. | *h* | 4,577 | 4,577 | » | 4,280 | » | » | » | 3,79 |
| | | Poids. Kil. | *i* | 2,200 | 2,200 | 2,000 | 1,800 | 1,600 | 1,600 | 1,600 | 1,25 |
| | Grande ancre à jet. | Nombre. | *j* | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | Longueur totale de l'ancre. Mèt. | *k* | 3,983 | 3,993 | 3,889 | 3,739 | 3,576 | 3,576 | 3,576 | 3,33 |
| | | Poids. Kil. | *l* | 1,450 | 1,450 | 1,350 | 1,200 | 1,050 | 1,050 | 1,050 | 88 |
| | Petite ancre à jet. | Nombre. | *m* | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | Longueur totale de l'ancre. Mèt. | *n* | 3,790 | 3,790 | 3,739 | 3,632 | 3,459 | 3,459 | 3,459 | 3,19 |
| | | Poids. Kil. | *o* | 1,250 | 1,350 | 1,200 | 1,100 | 950 | 950 | 950 | 75 |
| | Ancre d'évitage. | Nombre. | *p* | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | Longueur totale de l'ancre. Mèt. | *q* | 2,968 | 2,968 | 2,968 | 2,793 | 2,696 | 2,696 | 2,696 | 2,4 |
| | | Poids. Kil. | *r* | 600 | 600 | 600 | 500 | 450 | 450 | 450 | 3 |
| ***Manœuvres relatives aux ancres.*** | | | | | | | | | | | |
| Bosses-chaînes. (Les bosses-chaînes seront établies avec détente pour assurer le prompt mouillage des ancres. Quand les bosses-chaînes seront délivrées, celles en chanvre seront supprimées.) | Bosses de bout. | Nombre. | *s* | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Longueur. Mèt. | *t* | 24 | 20 | 20 | 20 | 20 | 16 | 16 | 16 |
| | | Diamètre du fer des maillons. *Id.* | *u* | 0,024 | 0,024 | 0,022 | 0,022 | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,0 |
| | Serre-bosses des grandes ancres et d'ancre d'affourche | Nombre. | *v* | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| | | Longueur. Mèt. | *x* | 24 | 20 | 20 | 20 | 20 | 16 | 16 | 16 |
| | | Diamètre du fer des maillons. *Id.* | *y* | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,016 | 0,014 | 0,014 | 0,014 | 0,0 |
| | Serre-bosses d'ancre de détroit | Nombre. | *z* | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Longueur. Mèt. | *a'* | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 14 | 14 | 14 |
| | | Diamètre du fer des maillons. *Id.* | *b'* | 0,014 | 0,014 | 0,012 | 0,012 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,0 |
| | Serre-bosses de grande ancre à jet. | Nombre. | *c'* | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | Longueur. Mèt. | *d'* | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| | | Diamètre du fer des maillons. *Id.* | *e'* | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 0,0 |
| | Serre-bosses de petite ancre à jet. | Nombre. | *f'* | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | Longueur. Mèt. | *g'* | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | | Diamètre du fer des maillons. *Id.* | *h'* | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 0,0 |
| | Serre-bosses d'ancre d'évitage. | Nombre. | *i'* | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | Longueur. Mèt. | *j'* | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| | | Diamètre du fer des maillons. *Id.* | *k'* | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,0 |

*…vrer aux bâtiments de tous rangs de la marine militaire de France.*

| …ETTES | | BRIGS | | | | | | GABARES ET TRANSPORTS | | | | BATIMENTS A VAPEUR | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| …s …il- …ds …e … …u- …es …eu. | Avisos de 16 bouches à feu. | de 20 bouches à feu. | de 16 bouches à feu. | Avisos de 10 bouches à feu. | Goëlettes de 6 à 8 bouches à feu. | Canonnières brigs. | Corvettes de charge. | à 3 mâts de 400 à 500 | à 3 mâts de 260 à 380 | Brigs de 150 à 250. | Points de repère. | de 220 chevaux. | de 160 chevaux. | de 100 chevaux. |
| 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 5 | 3 | *a* | 1 | 3 | 2 |
| 936 | 3,515 | 3,632 | 3,459 | 2,968 | 2,793 | 2,793 | 4 200 | 3,936 | 3,632 | 2,968 | *b* | | | |
| 400 | 1,000 | 1,100 | 950 | 600 | 500 | 500 | 1,700 | 1,400 | 1,100 | 600 | *c* | 1,100 | 950 | 450 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | *d* | | | |
| 632 | 3,266 | 3,333 | 3,197 | 2,593 | 2,593 | 2,593 | 3,889 | 3,632 | 3,333 | 2,593 | *e* | | | |
| 100 | 800 | 850 | 750 | 400 | 400 | 400 | 1,350 | 1,100 | 850 | 400 | *f* | | | |
| 1 | » | » | » | » | » | » | 1 | 1 | 1 | » | *g* | | | |
| 968 | » | » | » | » | » | » | 3,197 | 2,968 | 2,793 | » | *h* | | | |
| 600 | » | » | » | » | » | » | 750 | 600 | 500 | » | *i* | | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | *j* | 1 | 1 | 1 |
| 593 | 2,480 | 2,480 | 2,356 | 2,217 | 2,217 | 2,217 | 2,793 | 2,593 | 2,480 | 2,217 | *k* | | | |
| 400 | 350 | 350 | 300 | 250 | 250 | 250 | 500 | 400 | 350 | 250 | *l* | 350 | 300 | 200 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | *m* | 1 | 1 | 1 |
| 480 | 2,356 | 2,356 | 2,217 | 2,058 | 2,058 | 2,058 | 2,696 | 2,480 | 2,356 | 2,058 | *n* | | | |
| 350 | 300 | 300 | 250 | 200 | 200 | 200 | 450 | 450 | 300 | 200 | *o* | 310 | 250 | 175 |
| 1 | » | » | » | » | » | » | 1 | 1 | » | » | *p* | | | |
| 058 | » | » | » | » | » | » | 2,217 | 2,058 | » | » | *q* | | | |
| 200 | » | » | » | » | » | » | 250 | 200 | » | » | *r* | | | |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | *s* | | | |
| 12 | 12 | 12 | 12 | 10 | 8 | 8 | 14 | 14 | 12 | 10 | *t* | | | |
| ,012 | 0,012 | 0,012 | 0,010 | 0,010 | 0,008 | 0,008 | 0,014 | 0,012 | 0,012 | 0,010 | *u* | | | |
| 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 4 | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | *v* | | | |
| 12 | 12 | 12 | 12 | 10 | 8 | 8 | 14 | 14 | 12 | 10 | *x* | | | |
| ,010 | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 0,010 | 0,010 | 0,008 | 0,008 | *y* | | | |
| 2 | » | » | » | » | » | » | 2 | 2 | 2 | » | *z* | | | |
| 12 | » | » | » | » | » | » | 12 | 12 | 8 | » | *a'* | | | |
| ,008 | » | » | » | » | » | » | 0,010 | 0,008 | 0,006 | » | *b'* | | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | *c'* | | | |
| 10 | 8 | 8 | 8 | 6 | 6 | 6 | 10 | 10 | 8 | 6 | *d'* | | | |
| ,008 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,008 | 0,008 | 0,006 | 0,006 | *e'* | | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | *f'* | | | |
| 8 | 8 | 8 | 6 | 6 | 6 | 6 | 8 | 8 | 8 | 6 | *g'* | | | |
| ,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | *h'* | | | |
| 1 | » | » | » | » | » | » | 1 | 1 | » | » | *i'* | | | |
| 6 | » | » | » | » | » | » | 6 | 6 | » | » | *j'* | | | |
| ,006 | » | » | » | » | » | » | 0,006 | 0,006 | » | » | *k'* | | | |

**OBSERVATIONS.**

Les bâtiments qui ne figurent pas sur le présent tableau recevront les mêmes objets désignés ci-contre que ceux des bâtiments dont ils se rapprochent le plus, avec les modifications que leur différence exige.

*Assimilation des divers bâtiments, pour les ancres et amarres fixée par décision ministérielle du 20 août* 1836.

1° Le vaisseau de 1er rang à celui de 2e rang;
2° Le vaisseau de 3e rang de 90 à celui de 2e rang avant l'assimilation précédente (le 86 ne change pas).
3° Le vaisseau rasé de 82 et la frégate de 1er rang au vaisseau de 4e rang;
4° La corvette de charge à la corvette à gaillards.
5° La gabare de 400 à 500 tonneaux à la corvette sans gaillards.
6° La gabare de 250 à 400 tonneaux au brig de 20 canons.
7° Le brig-transport de 150 à 250 tonneaux aux brig-aviso de 10.
8° La goëlette de 6 à 8 bouches à feu à la canonnière de 8 bouches à feu.

Tout bâtiment rasé est assimilé à celui du rang qu'il occupait avant cette opération; à l'exception toutefois de ce qui est dépendant de l'élévation des œuvres mortes, pour lesquelles il y a une diminution dans la longueur, ainsi qu'on le voit par le tableau.

Les chaînes pour les bosses de bout et serre-bosses seront formées de deux ou trois bouts des longueurs fixées dans le tableau ci-dessous, qui s'assembleront par des manilles. Chaque bout portera un émerillon à une de ses extrémités.

| | | m. | m. | m. | m. | m. | m. | m. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Longueur. | du 1er bout. | 12 | 10 | 8 | 6 | 6 | 5 | 4 |
| | du 2e bout. | 6 | 5 | 4 | 4 | 6 | 5 | 4 |
| | du 3e bout. | 6 | 5 | 4 | 4 | » | » | » |
| Total des bouts. . . | | 24 | 20 | 16 | 14 | 12 | 10 | 8 |
| Nombre par bosses-de-bout et serre-bosses. | des manilles. | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| | des émerillons | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 |

| | | | Points de repère. | VAISSEAUX. | | | | | FRÉGATES. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1er rang | 2e rang | 3e rang. | | 4e rang. | 1er rang. | | 2e rang |
| | | | | 120 bouches à feu. | 100 bouches à feu. | 90 bouches à feu | 86 bouches à feu. | 80 bouches à feu. | 58 bouches à feu portant du 36. | 60 bouches à feu portant du 30. | 50 bouches à feu portant du 24 |
| Câbles-chaînes. (Chaque câble-chaîne est donné en remplacement de deux câbles en chanvre.) | | Nombre. | *a* | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Longueur. Mèt. | *b* | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 30[illegible] |
| | | Diamètre du fer des maillons. | *c* | 0,054 | 0,054 | 0,052 | 0,050 | 0,048 | 0,048 | 0,048 | 0,04[illegible] |
| | Bouts à épisser sur les câbles en chanvre des ancres de veille. | Nombre. | *d* | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Longueur. Mèt. | *e* | 63 | 63 | 54 | 54 | 51 | 51 | 51 | 50 |
| | | Diamètre du fer des maillons *Id.* | *f* | 0,054 | 0,054 | 0,052 | 0,050 | 0,048 | 0,048 | 0,048 | 0,04[illegible] |
| | Chaînette pour faire l'épissure | Nombre. | *g* | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| | | Longueur de chaque bout. Mèt. | *h* | 3 | 3 | 2,90 | 280 | 2,60 | 2,60 | 2,60 | 2,50 |
| | | Diamètre du fer des maillons de la 1re moitié. *Id.* | *i* | 0,038 | 0,038 | 0,036 | 0,036 | 0,034 | 0,034 | 0,034 | 0,0[illegible] |
| | | Diamètre du fer des maillons du 3e quart. *Id.* | *j* | 0,032 | 0,032 | 0,030 | 0,030 | 0,028 | 0,028 | 0,028 | 0,0[illegible] |
| | | Diamètre du fer des maillons du 4e quart. *Id.* | *k* | 0,026 | 0,026 | 0,026 | 0,026 | 0,024 | 0,024 | 0,024 | 0,02[illegible] |
| Câblots en chaîne. | Chaloupe | Nombre. | *l* | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | Longueur. Mèt. | *m* | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 |
| | | Diamètre du fer des maillons *Id.* | *n* | 0,012 | 0,012 | 0,012 | 0,012 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,00[illegible] |
| | Grand canot. | Nombre. | *o* | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | Longueur. Mèt. | *p* | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 70 |
| | | Diamètre du fer des maillons *Id.* | *q* | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 0,00[illegible] |
| Cigales ou organeaux en fer à boulon. (Le double du nombre des ancres : dont la moitié pour câbles-chaînes, l'autre moitié pour câbles en chanvre ; plus deux de rechange pour câbles-chaînes des grandes ancres, et une pour grelins-chaînes des grandes ancres à jet.) Le diamètre du fer des cigales des câbles en fer et des câbles en chanvre est le même.) | Pour grandes ancres. | Nombre. | *r* | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | | Diamètre du fer. Mèt. | *s* | 0,1105 | 0,1105 | 0,109 | 0,105 | 0,1005 | 0,1005 | 0,1005 | 0,09[illegible] |
| | Pour ancre d'affourche. | Nombre. | *t* | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Diamètre du fer. Mèt. | *u* | 0,103 | 0,103 | 0,1015 | 0,0975 | 0,093 | 0,093 | 0,093 | 0,08[illegible] |
| | Pour ancres de détroit. | Nombre. | *v* | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Diamètre du fer. Mèt. | *x* | 0,086 | 0,086 | 0,081 | 0,0805 | 0,077 | 0,077 | 0,077 | 0,071[illegible] |
| | Pour grandes ancres à jet. | Nombre. | *y* | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | | Diamètre du fer. Mèt. | *z* | 0,075 | 0,075 | 0,073 | 0,0705 | 0,0675 | 0,0675 | 0,0675 | 0,06[illegible] |
| | Pour petites ancres à jet. | Nombre. | *a'* | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Diamètre du fer. Mèt. | *b'* | 0,0715 | 0,0715 | 0,0705 | 0,0685 | 0,065 | 0,065 | 0,065 | 0,06[illegible] |
| | Pour ancres d'évitage. | Nombre. | *c'* | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Diamètre du fer. Mèt. | *d'* | 0,056 | 0,056 | 0,056 | 0,0525 | 0,0505 | 0,0505 | 0,0505 | 0,04[illegible] |
| Émerillon d'affourche à l'écubier (complets) | | Nombre. | *e'* | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Diamètre de l'anse du fer de l'émerillon au sommet, et diamètre du fer à l'œil du piston. Mèt. | *f'* | 0,083 | 0,083 | 0,083 | 0,083 | 0,074 | 0,074 | 0,074 | 0,07[illegible] |
| Grelin-chaîne (En remplacement du premier grelin en chanvre) | | Nombre. | *g'* | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | Longueur. Mèt. | *h'* | 340 | 340 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 |
| | | Diamètre du fer des maillons *Id.* | *i'* | 0,030 | 0,030 | 0,030 | 0,028 | 0,026 | 0,026 | 0,026 | 0,02[illegible] |
| Jas d'ancre en fer. (Y compris celui placé sur l'ancre. La longueur du jas est égale à celle de l'ancre.) | Pour grandes ancres à jet. | Nombre. | *j'* | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Poids. Kil. | *k'* | 304 | 304 | 283 | 252 | 230 | 220 | 220 | 178 |
| | Pour petites ancres à jet. | Nombre. | *l'* | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Poids. Kil. | *m'* | 262 | 262 | 252 | 231 | 199 | 199 | 199 | 157 |
| | Pour ancres d'évitage. | Nombre. | *n'* | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Poids. Kil. | *o'* | 126 | 126 | 126 | 105 | 94 | 94 | 94 | 73 |

| …ETTES. | | BRIGS. | | | | | | GABARES ET TRANSPORTS | | | | BATIMENTS A VAPEUR | | | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| …ans …ail- …rds de 24 …ou- …hes …feu. | Avisos de 16 bouches à feu. | de 20 bouches à feu. | de 16 bouches à feu. | Avisos de 10 bouches à feu. | Goëlettes de 6 à 8 bouches à feu. | Canonnières brigs. | Corvettes de charge | à 3 mâts de 400 à 500 | à 3 mâts de 260 à 380 | Brigs de 150 à 250 | Points de repère. | de 220 chevaux. | de 160 chevaux. | de 100 chevaux. | |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | *a* | | | | |
| 00 | 240 | 300 | 240 | 240 | 210 | 210 | 300 | 300 | 240 | 240 | *b* | | | | |
| ,034 | 0,030 | 0,032 | 0,030 | 0,028 | 0,024 | 0,024 | 0,038 | 0,034 | 0,032 | 0,028 | *c* | | | | |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | *d* | | | | |
| 38 | 36 | 36 | 34 | 30 | 26 | 26 | 42 | 38 | 36 | 30 | *e* | | | | |
| ,034 | 0,030 | 0,032 | 0,030 | 0,028 | 0,024 | 0,024 | 0,038 | 0,034 | 0,032 | 0,024 | *f* | | | | |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | *g* | | | | |
| ,70 | 1,50 | 1,60 | 1,40 | 1,20 | 1,10 | 1,10 | 1,80 | 1,70 | 1,60 | 1,20 | *h* | | | | |
| ,024 | 0,022 | 0,024 | 0,022 | 0,020 | 0,018 | 0,018 | 0,028 | 0,024 | 0,024 | 0,020 | *i* | | | | |
| ,020 | 0,020 | 0,020 | 0,018 | 0,016 | 0,014 | 0,014 | 0,022 | 0,020 | 0,020 | 0,016 | *j* | | | | |
| ,016 | 0,016 | 0,016 | 0,014 | 0,014 | 0,012 | 0,012 | 0,018 | 0,016 | 0,016 | 0,014 | *k* | | | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | *l* | | | | |
| 30 | 60 | 60 | 60 | 60 | 50 | 50 | 70 | 60 | 60 | 60 | *m* | | | | |
| ,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | *n* | | | | |
| 1 | » | » | » | » | » | » | 1 | 1 | » | » | *o* | | | | |
| 50 | » | » | » | » | » | » | 50 | 50 | » | » | *p* | | | | |
| ,006 | » | » | » | » | » | » | 0,006 | 0,006 | » | » | *q* | | | | |
| 10 | 8 | 8 | 8 | 8 | 6 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | *r* | | | | |
| ,074 | 0,066 | 0,0685 | 0,065 | 0,056 | 0,0525 | 0,0525 | 0.079 | 0,074 | 0,0685 | 0,056 | *s* | | | | |
| 2 | 2 | 8 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | *t* | | | | |
| 0685 | 0,0615 | 0,0625 | 0,060 | 0,0485 | 0,0485 | 0,0485 | 0,075 | 0,0685 | 0,0625 | 0,0485 | *u* | | | | |
| 2 | » | » | » | » | » | » | 2 | 2 | 2 | » | *v* | | | | |
| ,056 | » | » | » | » | » | » | 0,060 | 0,056 | 0,0525 | » | *x* | | | | |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | *y* | | | | |
| 0485 | 0,0465 | 0,0465 | 0,0445 | 0,0415 | 0,0415 | 0,0415 | 0,0525 | 0,0385 | 0,0465 | 0,0415 | *z* | | | | |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | *a'* | | | | |
| 0465 | 0,0445 | 0,0445 | 0,0415 | 0,0385 | 0,0385 | 0,0385 | 0,0505 | 0,0465 | 0,0445 | 0,0385 | *b'* | | | | |
| 2 | » | » | » | » | » | » | 2 | 2 | » | » | *c'* | | | | |
| 0385 | » | » | » | » | » | » | 0,0415 | 0,0385 | » | » | *d'* | | | | |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | *e'* | | | | |
| ,051 | 0,046 | 0,051 | 0,046 | 0,046 | 0,037 | 0,037 | 0,060 | 0,051 | 0,051 | 0,046 | *f'* | | | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | *g'* | | | | |
| 210 | 210 | 210 | 210 | 180 | 150 | 150 | 210 | 210 | 210 | 180 | *h'* | | | | |
| ,016 | 0,014 | 0,014 | 0,014 | 0,012 | 0,010 | 0,010 | 0,018 | 0,016 | 0,014 | 0,012 | *i'* | | | | |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | *j'* | | | | |
| 84 | 73 | 73 | 63 | 52 | 52 | 52 | 105 | 84 | 73 | 52 | *k'* | | | | |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | *l'* | | | | |
| 73 | 63 | 63 | 52 | 42 | 42 | 42 | 94 | 73 | 63 | 42 | *m'* | | | | |
| 2 | » | » | » | » | » | » | 2 | 2 | » | » | *n'* | | | | |
| 42 | » | » | » | » | » | » | 52 | 42 | » | » | *o'* | | | | |

**OBSERVATIONS.**

Les câbles-chaînes de 34 à 36 m/m, auront, de 16 en 16 maillons, à partir de la manille, un étai marqué d'un repère pyramidal.

Les grelins et les guindresses auront cet étai de 28 en 28; de 30 en 30 ou de 32 en 32 maillons, suivant le nombre de côtés du polygone du cabestan.

Le nombre des maillons contenus dans 30 mètres doit toujours être en nombre pair pour les chaînes à étai.

Dans chaque câble-chaîne, il sera placé un émerillon ordinaire au milieu de chacun des deux chaînons extrêmes, de 30 mètres de longueur.

La goupille en acier qui doit fixer le boulon des manilles d'assemblage, sera légèrement conique pour être chassée plus facilement. La tête du boulon sera repérée avec la manille par un coup de pointeau très-évasé, qui indiquera en même temps de quel côté la goupille doit entrer. Cette goupille sera étamée.

Il sera délivré, pour chaque grelin-chaîne et câble-chaîne, un nombre de manilles d'assemblage égal au nombre des chaînons augmenté de moitié pour le rechange.

Il sera délivré deux manilles d'organeaux pour chaque câble-chaîne, pour chaque bout de câble-chaîne, pour chaque grelin-chaîne et pour chaque câblot-chaîne.

La longueur des bouts de câbles-chaînes n'est pas tellement rigoureuse et déterminée qu'on ne puisse s'en écarter un peu pour faire un nombre exact de maillons.

Le mode d'épissure indiqué sur ce tableau pour les bouts de câbles-chaînes n'est que transitoire et en attendant un meilleur procédé.

Les deux extrémités des bittes, montants et traversins, les deux écubiers de chaque bord et les manchons de conduite du pont au puits seront garnis en fer.

A bord de chaque bâtiment, les écubiers des deux bords seront garnis d'un manchon en fer. Il sera également établi des manchons en fer sur les ponts pour la conduite des câbles-chaînes au puits.

| | | Points de repère. | VAISSEAUX. 1er rang. 120 bouches à feu. | 2e rang. 100 bouches à feu. | 3e rang. 90 bouches à feu. | 3e rang. 86 bouches à feu. | 4e rang. 80 bouches à feu. | FRÉGATES. 1er rang. 58 bouches à feu portant du 36. | 1er rang. 60 bouches à feu portant du 30. | 2e rang. 50 bouches à feu portant du 2… |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Manilles d'assemblage pour. . . (En quantité égale au nombre des chaînons, augmenté de moitié pour le rechange.) câble-chaîne. . . | Nombre. . . . . . . . . . (Mémoire). | p′ | | | | | | | | |
| | Diamètre du fer de l'anse de la manille. Mèt. | q′ | 0,062 | 0.062 | 0,057 | 0,067 | 0,053 | 0,053 | 0,053 | 0,0… |
| grelin-chaîne . . | Nombre . . . . . . . . . (Mémoire). | r′ | | | | | | | | |
| | Diamètre du fer de l'anse de la manille. Mèt. | s′ | 0,035 | 0,035 | 0,035 | 0,031 | 0,021 | 0,031 | 0,031 | 0,0… |
| câblot-chaîne de la chaloupe. | Nombre . . . . . . . . (Mémoire). | t′ | | | | | | | | |
| | Diamètre du fer de l'anse de la manille. Mèt. | u′ | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,011 | 0,011 | 0,011 | 0,01… |
| câblot-chaîne du grand canot. | Nombre . . . . . . . . (Mémoire). | v′ | | | | | | | | |
| | Diamètre du fer de l'anse de la manille. Mèt. | x′ | 0.011 | 0,011 | 0,011 | 0,011 | 0,011 | 0,011 | 0,011 | 0,0… |
| Manilles d'étalingure ou organeau avec boulon pour. . . (Dans le nombre des manilles d'organeau se trouve comprise celle placée à l'extrémité de chaque chaîne.) câble-chaîne. . . | Nombre . . . . . . . . . (Mémoire). | y′ | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| | Diamètre du fer de l'anse de la manille .Mèt. | z′ | 0,064 | 0,064 | 0,060 | 0,060 | 0,056 | 0,056 | 0,056 | 0,0… |
| grelin-chaîne . . | Nombre . . . . . . . . . . . . . | a″ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | Diamètre du fer de l'anse de la manille. Mèt. | b″ | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,036 | 0,036 | 0,036 | 0.036 | 0,0… |
| câblot-chaîne de la chaloupe. | Nombre . . . . . . . . . . . . . | c″ | 82 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | Diamètre du fer de l'anse de la manille. Mèt. | d″ | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,016 | 0,016 | 0.016 | 0,01… |
| câblot-chaîne du grand canot. | Nombre . . . . . . . . . . . . . | e″ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | Diamètre du fer de l'anse de la manille. Mèt. | f″ | 0,016 | 0.016 | 0,016 | 0,016 | 0,016 | 0,016 | 0,016 | 0,01… |
| Tourne vire-chaîne avec ses accessoires. (En remplacement de deux tournevires en chanvre.) | Nombre . . . . . . . . (Mémoire). | g″ | | | | | | | | |
| | Longueur. . . . . . . . . . Mèt. | h″ | 91 | 91 | 90 | 90 | 80 | 80 | 80 | 77 |
| | Diamètre du fer des maillons. . . Id. | i″ | 0,030 | 0,034 | 0,028 | 0,028 | 0,026 | 0,026 | 0,026 | 0,0… |
| Traversières-chaînes des ancres . . . à croc. . . . . | Nombre . . . . . . . . . . . . | j″ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | Longueur. . . . . . . . . . Mèt. | k″ | 16 | 16 | 16 | 16 | 12 | 12 | 12 | 1… |
| | Diamètre du fer des maillons, . . Id. | l″ | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,0… |
| à demeure sur les ancres de bossoir. | Nombre . . . . . . . . . . . . | m″ | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Longueur. . . . . . . . . . Mèt. | n″ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | Diamètre du fer des maillons. . . Id. | o″ | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,016 | 0,018 | 0,014 | 0,014 | 0,0… |
| *Manœuvres et objets divers.* | | | | | | | | | | |
| Grappins d'embarcations (à 5 bras). . . . . . . . . . . . . (Mémoire). | | a | | | | | | | | |
| Grappins d'abordage (à 4 bras à hameçon.) à main. . . . | Nombre . . . . . . . . . . . . | b | 6 \| 2 | 6 \| 2 | 6 \| 2 | 6 \| 2 | 6 \| 2 | 6 \| 2 | 6 \| 2 | 4 \| … |
| | Poids. . . . . . . . . . . . Kil. | c | 15 \| 20 | 15 \| 20 | 15 \| 20 | 15 \| 20 | 15 \| 20 | 15 \| 20 | 15 \| 20 | 10 \| … |
| | Longueur de la chaîne. . . . . Mèt. | d | 7 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| pour bouts de vergues. . . | Nombre . . . . . . . . . . . . | e | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Poids. . . . . . . . . . . . Kil | f | 75 | 75 | 65 | 65 | 60 | 60 | 60 | 5… |
| | Longueur de la chaîne . . . . . Mèt. | g | 9 | 9 | 8 | 8 | 7 | 7 | 7 | 6 |
| pour la chaloupe et le grand canot. | Nombre . . . . . . . . . . . . | h | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | Poids. . . . . . . . . . . . . Kil. | i | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | Longueur. . . . . . . . . . . Mèt. | j | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 |
| Guideresses-chaînes. . . . . . . . | Nombre. . . . . . . . . . . . | k | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | Longueur. . . . . . . . . . . Mèt. | l | 160 | 160 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 13… |
| | Diamètre du fer maillons. . . . . Id. | m | 0,026 | 0,026 | 0,024 | 0,024 | 0,022 | 0,014 | 0,022 | 0,0… |

| ...VETTES | | BRIGS | | | | | | GABARES ET TRANSPORTS | | | | BATIMENTS A VAPEUR | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ...ans ...ail- ...rds de 24 ...ou- ...hes ...feu. | Avisos de 16 bouches à feu. | de 20 bouches à feu. | de 16 bouches à feu. | Avisos de 10 bouches à feu. | Goëlettes de 6 à 8 bouches à feu. | Canonnières brigs. | Corvettes de charge. | à 3 mâts de 400 à 500 | à 3 mâts de 260 à 380 | Brigs de 150 à 250. | Points de repère. | de 220 chevaux. | de 160 chevaux. | de 100 chevaux. | OBSERVATIONS. |
| ...,040 | 0,035 | 0,035 | 0,035 | 0,015 | 0,026 | 0,026 | 0,044 | 0,040 | 0,035 | 0,031 | *p'*<br>*q'* | | | | |
| ...,018 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,011 | 0,011 | 0,022 | 0,018 | 0,015 | 0,015 | *r'*<br>*s'* | | | | |
| ...,007 | 0,007 | 0,007 | 0,007 | 0,007 | 0,007 | 0,007 | 0,007 | 0,007 | 0,007 | 0,007 | *t'*<br>*u'* | | | | |
| ...,007 | » | » | » | » | » | » | 0,007 | 0.007 | » | » | *v'*<br>*x'* | | | | |
| 8<br>...,044 | 6<br>0,040 | 6<br>0,040 | 6<br>0,040 | 6<br>0,036 | 6<br>0,032 | 6<br>0,032 | 6<br>0,048 | 6<br>0,044 | 6<br>0,040 | 6<br>0,036 | *y'*<br>*z'* | | | | |
| 2<br>...,025 | 2<br>0,020 | 2<br>0,020 | 2<br>0,020 | 2<br>0,020 | 2<br>0,016 | 2<br>0,016 | 2<br>0,027 | 2<br>0,025 | 2<br>0,020 | 2<br>0,020 | *a''*<br>*b''* | | | | |
| 2<br>...,012 | 2<br>0,012 | 2<br>0,012 | 2<br>0,012 | 2<br>0,012 | 2<br>0,012 | 2<br>0,012 | 2<br>0,012 | 2<br>0,012 | 2<br>0,012 | 2<br>0,012 | *c''*<br>*d''* | | | | |
| 2<br>...,012 | »<br>» | »<br>» | »<br>» | »<br>» | »<br>» | »<br>» | 2<br>0,012 | 2<br>0,012 | »<br>» | »<br>» | *e''*<br>*f''* | | | | |
| 58<br>...,016 | 50<br>0,014 | 50<br>0,014 | 48<br>0,014 | 45<br>0,012 | 40<br>0,010 | 40<br>0,010 | 62<br>0,018 | 58<br>0,016 | 50<br>0,014 | 45<br>0,012 | *g''*<br>*h''*<br>*i''* | | | | |
| 2<br>10<br>...,014 | 2<br>8<br>0,012 | 2<br>8<br>0,012 | 2<br>8<br>0,012 | 2<br>8<br>0,010 | 2<br>6<br>0,008 | 2<br>6<br>0,008 | 2<br>10<br>0,014 | 2<br>10<br>0,014 | 2<br>8<br>0,012 | 2<br>8<br>0,010 | *j''*<br>*k''*<br>*l''* | | | | |
| 4<br>4<br>...,010 | 4<br>4<br>0,008 | 4<br>4<br>0,008 | 4<br>3<br>0,008 | 4<br>3<br>0,006 | 4<br>3<br>0,006 | 4<br>3<br>0,006 | 4<br>4<br>0,010 | 4<br>5<br>0,010 | 4<br>4<br>0,008 | 4<br>3<br>0,006 | *m''*<br>*n''*<br>*o''* | | | | |
| | | | | | | | | | | | *a* | | | | |
| 4<br>0<br>5 | 4<br>10<br>4 | 4<br>10<br>4 | 4<br>10<br>4 | 3 \| 2<br>5 \| 10<br>4 | 4<br>10<br>4 | 4<br>10<br>4 | 4<br>10<br>5 | 4<br>10<br>5 | 4<br>10<br>4 | 2 \| 2<br>5 \| 10<br>4 | *b*<br>*c*<br>*d* | | | | Les poids des grappins ne sont pas tellement rigoureux qu'on ne puisse s'en écarter un peu quand les approvisionnements l'exigeront. |
| 4<br>5<br>5 | 4<br>30<br>4,50 | 4<br>30<br>4,50 | 4<br>30<br>4,50 | 4<br>25<br>4 | 4<br>20<br>4 | 4<br>20<br>4 | 4<br>35<br>5 | 4<br>35<br>5 | 4<br>30<br>4,50 | 4<br>25<br>4 | *e*<br>*f*<br>*g* | | | | |
| »<br>»<br>» | »<br>»<br>» | »<br>»<br>» | »<br>»<br>» | »<br>»<br>» | »<br>»<br>» | »<br>»<br>» | »<br>»<br>» | »<br>»<br>» | »<br>»<br>» | »<br>»<br>» | *h*<br>*i*<br>*j* | | | | |
| 2<br>...00<br>...014 | 2<br>100<br>0,012 | 2<br>100<br>0,014 | 2<br>80<br>0,012 | 2<br>80<br>0,010 | 2<br>60<br>0,010 | 2<br>60<br>0,010 | 2<br>110<br>0,016 | 2<br>100<br>0,014 | 2<br>100<br>0,012 | 2<br>»<br>» | *k*<br>*l*<br>*m* | | | | |

| Désignation | Points de repère. | VAISSEAUX. 1er rang. 120 bouches à feu. | 2e rang. 100 bouches à feu. | 3e rang. 90 bouches à feu. | 3e rang. 86 bouches à feu. | 4e rang. 80 bouches à feu. | FRÉGATES. 1er rang. 58 bouches à feu portant du 36. | 1er rang. 60 bouches à feu portant du 30. | 2e rang. 5… bouches à f… portant du … |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sous-barbes-chaînes (Garnies d'une manille à boulon à chaque bout; la moitié inférieure seulement sera en chaîne et l'autre moitié sera en chanvre.) — Fausses sous-barbes — Nombre (Mémoire). | n | | | | | | | | |
| Fausses sous-barbes — Longueur. Mèt. | o | | | | | | | | |
| Fausses sous-barbes — Diamètre du fer des maillons. Id. | p | 0,016 | 0,016 | 0,014 | 0,014 | 0,014 | 0,014 | 0,014 | 0,… |
| Sous-barbes — Nombre (Mémoire). | q | | | | | | | | |
| Sous-barbes — Longueur. Mèt. | r | | | | | | | | |
| Sous-barbes — Diamètre du fer des maillons. Id. | s | 0,024 | 0,024 | 0,022 | 0,022 | 0,022 | 0,022 | 0,022 | 0,… |
| Manilles (Le diamètre du fer de l'anse de la manille-anse par rapport à la chaîne, à la même dimension que celle fixée pour les manilles d'étalingure des chaînes.) — des fausses sous-barbes — Nombre (Mémoire). | t | | | | | | | | |
| des fausses sous-barbes — Diamètre du fer de l'anse de la manille. Mèt. | u | | | | | | | | |
| des sous-barbes — Nombre (Mémoire). | v | | | | | | | | |
| des sous-barbes — Diamètre du fer de l'anse de la manille. Mèt. | x | | | | | | | | |
| Suspente-chaîne en maillons tordus, sans étais, de grande vergue et de vergue de misaine — Nombre. | y | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| Longueur. Mèt. | z | | | | | | | | |
| Diamètre des maillons, en simple, de chaque côté. Id. | a' | 0,040 | 0,040 | 0,038 | 0,038 | 0,032 | 0,032 | 0,032 | 0,… |
| Diamètre des maillons, en double, de chaque côté. Id. | b' | 0,028 | 0,028 | 0,026 | 0,026 | 0,024 | 0,024 | 0,024 | 0,… |
| Suspente-chaîne en maillons tordus, sans étais, de vergue sèche ou barrée — Nombre. | c' | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Longueur. Mèt. | d' | | | | | | | | |
| Diamètre des maillons, en simple, de chaque côté. Id. | e' | 0,028 | 0.028 | 0.026 | 0.026 | 0,024 | 0.028 | 0.024 | 0,… |
| Diamètre des maillons, en double, de chaque côté. Id. | f' | 0,020 | 0,020 | 0,016 | 0,016 | 0,016 | 0,016 | 0,016 | 0,… |
| **OBJETS EN CHANVRE.** *Amarres.* | | | | | | | | | |
| Aussières — Nombre. | g' | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| Aussières — Grosseur. Mèt. | h' | 0,220 | 0,220 | 0,215 | 0.215 | 0,205 | 0.205 | 0.205 | 0.… |
| Câbles (Le nombre de câbles désigné est celui que recevront les bâtiments qui n'auront pas de câbles-chaînes.) — de grandes ancres — Nombre. | i' | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 5 | 5 | … |
| de grandes ancres — Grosseur. Mèt. | j' | 0,660 | 0,660 | 0,660 | 0.650 | 0,600 | 0.600 | 0.600 | 0.… |
| de l'ancre d'affourche — Nombre. | k' | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| de l'ancre d'affourche — Grosseur. Mèt. | l' | 0,660 | 0.660 | 0.660 | 0,650 | 0.600 | 0,600 | 0.600 | 0,… |
| Grelins (Le nombre de grelins désigné est celui que recevront les bâtiments qui n'auront pas de grelins-chaînes.) — de la grande ancre à jet — Nombre. | m' | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| de la grande ancre à jet — Grosseur. Mèt. | n' | 0,325 | 0,325 | 0,310 | 0,310 | 0,280 | 0,280 | 0,280 | 0.… |
| de la petite ancre à jet — Nombre. | o' | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | … |
| de la petite ancre à jet — Grosseur. Mèt. | p, | 0,325 | 0,325 | 0,319 | 0,310 | 0,280 | 0,290 | 0,280 | 0.… |
| de l'ancre d'évitage — Nombre. | q' | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| de l'ancre d'évitage — Grosseur. Mèt. | r' | 0,220 | 0,220 | 0,210 | 0,210 | 0,190 | 0,190 | 0,190 | 0.… |
| Orins d'ancre — de bossoir de 50 mètres de longueur — Nombre. | s' | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| de bossoir de 50 mètres de longueur — Grosseur. Mèt. | t' | 0,280 | 0,280 | 0,270 | 0,270 | 0,240 | 0,240 | 0,240 | 0,… |
| de détroit ou de galère de 195 mètres de longueur — Nombre. | u' | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| de détroit ou de galère de 195 mètres de longueur — Grosseur. Mèt. | v' | 0,220 | 0,220 | 9,225 | 0,215 | 0,205 | 0,205 | 0,205 | 0,… |
| à jet de 50 mètres de longueur — Nombre. | x' | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| à jet de 50 mètres de longueur — Grosseur. | y' | 0,189 | 0,180 | 0,175 | 0,175 | 0,160 | 0,160 | 0.160 | 0,… |

*État comparatif des câbles-chaînes avec les câbles en chanvre.*

| Nos des câbles-chaînes. | Diamètre du fer des maillons des câbles-chaînes. | Rapport entre la circonférence des câbles en chanvre et le diamètre du fer des câbles-chaînes. | Circonférence des câbles en chanvre de même force. | BATIMENTS auxquels les câbles-chaînes sont destinés. | Points de repère. | Largeur des bâtiments au maître-bau. | CIRCONFÉRENCE des câbles en chanvre d'après le bau. | CIRCONFÉRENCE des câbles en chanvre d'après le règlement. | Force d'épreuve des câbles-chaînes. | Poids de 100 mètres de chaînes. | Longueur des câbles-chaînes. | Poids des câbles-chaînes. | Points de repère. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | millim. | | centim. | | | centim. | centim. | centim. | kilog. | kilog. | mètres. | kilog. | | |
| 1 | 60 | | 75,00 | Corps morts. | *a* | ..... | ..... | ..... | 95,000 | 7,639 | » | » | *a* | |
| 2 | 58 | | 71,92 | | *b* | ..... | ..... | ..... | 89,000 | 7,260 | » | » | *b* | |
| 3 | 56 | | 68,88 | | *c* | ..... | ..... | ..... | 83,000 | 6,873 | » | » | *c* | |
| 4 | 54 | | 65,88 | Vaisseau de 1er rang, de 120 canons. | *d* | 16,30 | 65,20 | 66,00 | 77,000 | 6,576 | 300 | 19,728 | *d* | |
| | | | | Vaisseau de 2e rang, de 100 canons. | *e* | 16,20 | 64,80 | | | | | | *e* | |
| 5 | 52 | | 62,92 | Vaisseau de 3e rang de 90 canons. | *f* | 15,75 | 63,00 | 65,00 | 71,500 | 5,863 | 300 | 17,589 | *f* | |
| 6 | 50 | | 60,00 | Vaisseau de 3e rang de 86 canons. | *g* | 15,34 | 61,36 | | 66,000 | 5,550 | 300 | 16,650 | *g* | |
| 7 | 48 | | 57,12 | Vaisseau de 4e rang. | *h* | 14,45 | 57,80 | 60,00 | 61,000 | 5,043 | 300 | 15,129 | *h* | |
| | | | | Vaisseau rasé. | *i* | | | | | | | | *i* | |
| | | | | Frégate de 1er rang. | *j* | 14,10 | 56,40 | | | | | | *j* | |
| 8 | 46 | | 54,28 | Frégate de 2e rang, de 50 canons. | *k* | 13,40 | 53,60 | 52,00 | 56,000 | 4,700 | 300 | 14,100 | *k* | |
| | | | | Frégate de 2e rang, de 58 canons. | *l* | 13,15 | 52,60 | | | | | | *l* | |
| 9 | 44 | | 51,28 | ..... | *m* | ..... | ..... | ..... | 51,000 | 4,338 | 300 | 13,164 | *m* | |
| 10 | 42 | | 48,72 | Frégate de 3e rang. | *n* | 11,90 | 47,50 | 46,00 | 46,500 | 3,851 | 300 | 11,553 | *n* | |
| 11 | 40 | | 46,00 | ..... | *o* | ..... | ..... | ..... | 42,500 | 3,555 | 300 | 10,665 | *o* | |
| 12 | 38 | | 43,32 | Transport de 900 tonneaux. | *p* | 11,00 | 44,00 | 40,00 | 38,500 | 3,187 | 300 | 9,561 | *p* | |
| | | | | Corvette à gaillards de 30 canons. | *q* | 10,70 | 42,00 | | | | | | *q* | |
| | | | | Corvette de charge de 800 tonneaux. | *r* | 10,48 | 42,60 | | | | | | *r* | La for prem chaî étais colé sont par mètr du de la du fe |
| 13 | 36 | | 40,66 | ..... | *s* | ..... | ..... | ..... | 36,500 | 2,860 | 300 | 8,580 | *s* | |
| 14 | 34 | | 38,08 | Corvette sans gaillards de 24 canons. | *t* | 9,70 | 37,30 | 38,00 | 31,000 | 2,592 | 300 | 7,776 | *t* | |
| | | | | Gabare de 400 à 500 tonneaux. | *u* | 9,50 | 36,50 | | | | | | *u* | |
| 15 | 32 | | 35,52 | Brig de 20. | *v* | 9,00 | 34,60 | 35,00 | 27,000 | 2,379 | 300 | 7,137 | *v* | |
| | | | | Gabare de 260 à 280 tonneaux. | *x* | 8,50 | 32,70 | | | | 240 | 5,710 | *x* | |
| 16 | 30 | | 33,00 | Corvette aviso de 16. | *y* | 8,45 | 32,50 | 32,50 | 24,000 | 2,054 | 240 | 4,910 | *y* | |
| | | | | Brig de 16 à 18. | *z* | | | | | | | | *z* | |
| 17 | 28 | | 30,52 | Brig aviso de 10. | *a'* | 8,00 | 30,80 | 29,00 | 21,000 | 1,707 | 240 | 4,313 | *a'* | |
| | | | | Transport de 150 à 250 tonneaux. | *b'* | 7,00 | 30,00 | | | | | | *b'* | |
| 18 | 26 | | 28,08 | ..... | *c'* | ..... | ..... | ..... | 18,000 | 1,548 | 240 | 3,716 | *c'* | |
| 19 | 24 | | 25,68 | Canonnière-brig de 4 canons. | *d'* | 7,00 | 26,90 | 23,00 | 15,500 | 1,392 | 210 | 2,924 | *d'* | |
| | | | | Goëlette de 6 à 8. | *e'* | 6,40 | 24,61 | | | | | | *e'* | |
| 20 | 22 | | 23,68 | ..... | *f'* | ..... | ..... | ..... | 13,000 | 1,153 | 210 | 2,422 | *f'* | |

| Diamètre du fer des maillons des câbles-chaînes. | Rapport entre la circonférence des câbles en chanvre et le diamètre du fer des câbles-chaînes. | Circonférence des câbles en chanvre de même force. | BATIMENTS auxquels les câbles-chaînes sont destinés. | Points de repère. | Largeur des bâtiments au maître-bau. | CIRCONFÉRENCE des câbles en chanvre: d'après le bau. | CIRCONFÉRENCE des câbles en chanvre: d'après le règlement. | Force d'épreuve des câbles-chaînes. | Poids de 100 mètres de chaînes. | Longueur des câbles-chaînes. | Poids des câbles chaînes | Points de repère. | OBSERVATIONS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| millim. | | centim. | | | mét. | cent. | cent. | millim. | kilog. | mét. | kil. | | |
| 20 | | 21,00 | Goëlette de 2 | g' | 5,80 | 22,30 | 20,00 | 10,500 | 953 | 100 | .... | g' | |
| | | | Cutter | h' | 5,70 | 21,90 | | | | | | h' | |
| 18 | | 18,72 | .... | i' | .... | .... | .... | 8,700 | 738 | 100 | .... | i' | |
| 16 | | 16,48 | .... | j' | .... | .... | .... | 6,800 | 557 | 100 | .... | j' | |
| 14 | | 14,42 | .... | k' | .... | .... | .... | 4,300 | 420 | 100 | .... | k' | La force d'épreuve des câbles sans étais est calculée à raison de 14 kil. par millimètre carré du double de la section du fer. |
| 12 | | 12,12 | .... | l' | .... | .... | .... | 3,200 | 310 | 100 | .... | l' | |
| 10 | | 10,00 | .... | m' | .... | .... | .... | 2,200 | 215 | 100 | .... | m' | |
| 8 | | 8,00 | .... | n' | .... | .... | .... | 1,400 | 140 | 100 | .... | n' | |
| 6 | | 6 00 | .... | o' | .... | .... | .... | 800 | 80 | 100 | .... | o' | |
| Diamètre du fer des suspentes des basses vergues. | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | .... | | .... | p' | .... | .... | .... | 31,000 | 2,692 | .... | .... | p' | |
| 38 | .... | | .... | q' | .... | .... | .... | 27,000 | 2,423 | .... | .... | q' | |
| 36 | .... | | .... | r' | .... | .... | .... | 24,000 | 2,182 | .... | .... | r' | |
| 34 | .... | | .... | s' | .... | .... | .... | 22,500 | 1,946 | .... | .... | s' | |
| 32 | .... | | .... | t' | .... | .... | .... | 21,000 | 1,724 | .... | .... | t' | |
| 30 | .... | | .... | u' | .... | .... | .... | 18,000 | 1,515 | .... | .... | u' | |
| 28 | .... | | .... | v' | .... | .... | .... | 15,500 | 1,320 | .... | .... | v | |
| 26 | .... | | .... | x' | .... | .... | .... | 13,000 | 1,138 | .... | .... | x' | La force d'épreuve des chaînes à maillons tordus est calculée à raison de 12 kil. environ par millimètre carré. |
| 24 | .... | | .... | y' | .... | .... | .... | 10,500 | 970 | .... | .... | y' | |
| 22 | .... | | .... | z' | .... | .... | .... | 8,700 | 815 | .... | .... | z' | |
| 20 | .... | | .... | a'' | .... | .... | .... | 6,800 | 674 | .... | .... | a'' | |
| 18 | .... | | .... | b'' | .... | .... | .... | 5,500 | 546 | .... | .... | b'' | |
| 16 | .... | | .... | c'' | .... | .... | .... | 4,300 | 450 | .... | .... | c'' | |
| 14 | .... | | .... | d'' | .... | .... | .... | 3,200 | 344 | .... | .... | d'' | |
| 12 | .... | | .... | e'' | .... | .... | .... | 2,200 | 245 | .... | .... | e'' | |
| 10 | .... | | .... | f'' | .... | .... | .... | 1,400 | 165 | .... | .... | f'' | |

# APPENDICE N° 9.

---

*Tarif des Dimensions et configurations que doivent avoir les pièces de bois de chêne pour les constructions navales de la Marine française* (V. fig. 802 des pl.)

| LETTRES et numéros correspondants des fig. 802 des planches. | DÉSIGNATION des PIÈCES. | SIGNAUX. | LONGUEUR en mètres et decimètres | | | | LARGEUR. en centimètres sur le tour. | | | | ÉPAISSEUR. en centimètres sur le droit | | | | OUVERTURE de l'angle en mètres et centimètres, prise en ligne droite à un mètre du sommet. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | du pied. | | de la branche. | | du pied. | | de la branche. | | du pied. | | de la branche. | | |
| | | | minimum. | maximum. | minimum. | maximum. | minimum. | maximum. | minimum. | maximum. | minimum. | maximum. | minimum. | maximum. | |
| | COURBES. | | | | | | | | | | | | | | |
| | *1re espèce.* | | | | | | | | | | | | | | |
| CE | Courbes d'étambot......... | C. E. | 3,2 | 4,0 | 2,6 | 3,0 | 40 | » | 36 | » | 38 | 44 | 32 | » | 1,40 à 1,55 |
| M | — de jottereau........ | C. J. | 2,0 | 2,6 | 1,6 | 2,2 | 38 | 44 | 36 | » | 32 | 38 | 30 | » | 1,70 à 1,80 |
| 3 | — d'arcasse.......... | C. A. | 2,6 | 3,2 | 2,0 | 2,6 | 40 | 50 | 36 | » | 38 | 44 | 32 | » | 1,55 à 1,75 |
| 4 | — de tillac.......... | C. T. | 1,6 | 2,2 | 1,4 | 2,0 | 38 | 44 | 32 | » | 38 | 42 | 32 | » | 1,15 à 1,45 |
| 5 | — de pont........... | C. P. | 1,6 | 2,0 | 1,4 | 1,6 | 32 | 42 | 32 | » | 30 | 32 | 28 | » | 1,40 à 1,55 |
| 4C | — de capucine........ | 1. C. C. | 1,6 | 2,2 | 1,4 | 2,0 | 38 | 44 | 32 | » | 32 | 38 | 32 | » | 0,90 à 1,10 |
| AB | Brions................. | 1 BR. | 6,0 | » | 2,0 | 3,0 | 48 | 54 | 48 | » | 48 | 54 | 48 | » | 1,75 à 1,90 |
| | *2e espèce.* | | | | | | | | | | | | | | |
| AB | Brions................. | 2 BR. | 4,0 | » | 2,0 | 3,0 | 44 | 54 | 44 | » | 44 | 54 | 44 | » | 1,75 à 1,90 |
| 6 | Courbes de gaillard......... | C. G. | 1,6 | 2,6 | 1,4 | 2,0 | 28 | 30 | 24 | » | 28 | 30 | 22 | » | 1,20 à 1,65 |
| | *3e espèce.* | | | | | | | | | | | | | | |
| ..... | Courbes de chambre........ | 3 C. C. | 1,4 | 1,6 | 1,0 | 1,4 | 22 | 24 | 16 | » | 20 | 22 | 14 | » | 1,20 à 1,65 |
| | *4e espèce.* | | | | | | | | | | | | | | |
| ..... | Courbaton.............. | C. | 0,8 | 1,2 | 0,6 | 1,0 | 10 | 20 | 8 | » | 10 | 20 | 8 | » | 1,20 à 1,70 |

| ETTRES et numéros correspondants aux fig. des pl. | DÉSIGNATION DES PIÈCES. | | SIGNAUX. | LONGUEUR en mètres et décimètres. | LARGEUR en centimètres au milieu. (1) | ÉPAISSEUR en centimètres au milieu. (1) | FLÈCHE de l'arc en millimètres par mètre de longueur. (2) | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | BOIS DROITS ET TORS. | | | | | | | (1) La largeur des bois tors se prend sur le droit, l'épaisseur sur le tour. |
| | *1re Espèce.* | | | | | | | (2) Le maximum d'arc doit être considéré seulement comme un régulateur pour le travail des pièces en forêts, et pour leur classement sous le rapport de la configuration; mais il ne peut faire clause de rigueur contre la réception des pièces qui, en l'outrepassant, réuniront d'ailleurs les autres conditions requises pour un bon service. Les commissions, dans ce cas, sont autorisées à adopter le classement qui leur paraîtra à la fois le plus juste envers les fournisseurs, et le moins défavorable à l'ordre descriptif de l'approvisionnement. |
| A | Bois droits. | Pièces de quille.... | Q. | 12,0 | 44 | 44 | » | |
| C et F | Bois droits. | Étambots et mèches de gouvernails.... | 1. ET. | 10,4 | 60 | 50 | » | |
| 111 | Bois tors à simple courbure. | Baux de tillac..... | 1. B.T. | 12,0 | 44 | 44 | 15 à 20 | |
| B | Bois tors à simple courbure. | Étraves......... | 1. E. | 10,0 | 60 | 50 | 60 à 95 | |
| N | Bois tors à simple courbure. | Guirlandes....... | 1. GU. | 5,2 | 60 | 44 | 100 à 200 | |
| X | Bois tors à simple courbure. | Genoux de fond... | 1. G. | 6,0 | 46 | 46 | 100 à 140 | |
| | Bois tors à deux courbures. | Barres d'hourdy... | 1. B. H. | 10,4 | 60 | 50 | 20 à 30 p. le bouge horizontal; 15 à 20 pour le bouge vertical. | |
| | *2e Espèce.* | | | | | | | |
| C F | Bois droits. | Étambots et mèches de gouvernails.... | 2. ET. | 8,6 | 44 | 44 | » | |
| 16 | Bois droits. | Plançons........ | 2. P. | 10,0 | 44 | 44 | » | |
| 111 | Bois tors à simple courbure. | Baux de tillac..... | 2. B.T. | 10,0 | 42 | 42 | 15 à 20 | |
| B | Bois tors à simple courbure. | Étraves......... | 2. E. | 8,0 | 54 | 44 | 60 à 95 | |
| N | Bois tors à simple courbure. | Guirlandes....... | 2. GU. | 4,6 | 50 | 38 | 100 à 200 | |
| X | Bois tors à simple courbure. | Genoux de fond... | 2. G. | 5,2 | 40 | 40 | 100 à 140 | |
| | Bois tors à deux courbures. | Barres d'hourdy... | 2. B. H. | 8,4 | 44 | 44 | 20 à 30 p le bouge horizontal; 15 à 20 pour le bouge vertical | |
| U | Bois tors à deux courbures. | Estains......... | ES. | 5,2 | 52 | 32 | 35 à 50<br>270 à 280 | Sur les 3/4 de la longueur, à partir du pied.<br>En sens opposé sur le restant de la longueur. |
| | *3e Espèce.* | | | | | | | |
| 16 | Bois droits. | Plançons........ | 3. P. | 10,0 | 32 | 32 | » | |
| AAA | Bois droits. | Bordages........ | 3. B. | 10,0 | 32 | 8 à 22 | » | |
| 1111 | Bois tors à simple courbure. | Demi-baux de tillac. | D-B. | 8,0 | 42 | 42 | 10 à 15 | |
| K | Bois tors à simple courbure. | Baux de pont..... | B. P. | 8,4 | 32 | 32 | 20 à 25 | |
| Px | Bois tors à simple courbure. | Genoux de fond.... | 3. G. | 4,0 | 32 | 32 | 100 à 140 | |
| S | Bois tors à simple courbure. | Varangues plates... | 3. V. | 7,2 | 42 | 36 | 35 à 60 | |
| T | Bois tors à simple courbure. | Varangues acculées.. | 3. V. A. | 4,0 | 42 | 38 | 60 à 200 | |
| Q | Bois tors à simple courbure. | Allonges........ | 3. A. | 4,6 | 38 | 38 | 55 à 95 | |
| | Bois tors à deux courbures. | Baux à deux bouges. | 3. B. 2. | 8,0 | 30 | 30 | 20 à 30 p. le bouge horizontal; 15 à 20 pour le bouge vertical. | |
| XI | Bois tors à deux courbures. | Allonges de cornières. | A C. | 7,2 | 44 | 28 | 270 à 280<br>15 à 35 | Jusqu'au 1/7 de la longueur, à partir du pied.<br>En sens opposé pour le restant de la longueur. |
| P | Bois tors à deux courbures. | Genoux de revers... | 3. G. R. | 4,6 | 42 | 38 | 30 à 80 | A partir du milieu de la longueur dans les deux sens. |

| LETTRES et numéros correspondants des fig. 802 des pl. | DÉSIGNATION DES PIÈCES. | | SIGNAUX. | LONGUEUR en mètres et décimètres. | LARGEUR en centimètres au milieu. | EPAISSEUR en centimètres au milieu. | FLECHE de l'arc en millimètres par mètre de longueur. | OBSERVATIONS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *4e espèce.* | | | | | | | |
| 16 | Bois droits . . . . | Plancons. . . . . . . | 4. P. | 8,0 | 30 | 30 | » | |
| AAA | | Bordages. . . . . . . . | 4. B. | 8,0 | 30 | 8 à 20 | » | |
| L | Bois tors à simple courbure. . . . | Barots de gaillard. | B. G. | 8,0 | 28 | 28 | 30 à 25 | |
| Px | | Genoux de fond. . . | 4. G. | 3,6 | 28 | 28 | 100 à 140 | |
| S | | Varangues plates. . | 4. V. | 6,2 | 36 | 32 | 35 à 60 | |
| T | | Varangues acculées. | 4. V. A. | 4,0 | 36 | 32 | 60 à 200 | |
| Z | | Allonges. . . . . . . . | 4. A. | 4,0 | 34 | 34 | 55 à 95 | |
| | Bois tros à deux courbures. . . | Baux à deux bouges. | 4. B. 2. | 7,0 | 24 | 24 | 20 à 30 pour le bouge horizontal; 15 à 20 pour le bouge vertical, | |
| Y | | Genoux de revers. . | 4. G. R. | 4,6 | 38 | 28 | 30 à 80 | à partir du milieu de la longueur d duex sens. |
| | *5e espèce.* | | | | | | | |
| 16 | Bois droits. . . . | Plançons. . . . . . . | 5. P. | 7,0 | 24 | 24 | » | |
| AAA | | Bordages . . . . . . . | 5. B. | 7,0 | 24 | 8 à 16 | » | |
| IB | | Bittes . . . . . . . . . | BI. | 4,0 | 38 | 38 | » | |
| L | Bois tors à simple courbure. . . . | Barots de dunettes. | B. D. | 6,6 | 22 | 22 | 35 et au-dessus | |
| X | | Genoux de fond. . . | 5. G. | 3,0 | 24 | 24 | 100 à 140 | |
| S | | Varangues plates. . . | 5. V. | 5,2 | 32 | 28 | 35 à 60 | |
| T | | Varangues acculées. | 5. V. A. | 4,0 | 32 | 28 | 60 à 200 | |
| 3 | | Allonges . . . . . . . | 5. A. | 4,0 | 30 | 30 | 55 à 95 | |
| | | Jas d'ancre. . . . . . | 5. J. | 5,0 | 32 | 32 | 30 à 35 | |
| | Bois tors à deux courbures. . . . | Allonges de revers. | A. R. | 4,2 | 32 | 28 | 75 à 125 | depuis le pied jusqu'au milieu de la l |
| | | | | | | | 25 à 40 | depuis ce point jusqu'à la tête. |
| | *6e espèce.* | | | | | | | |
| | Bois droits . . . . | Solives. . . . . . . . | 6. S. | 5,0 | 22 | 22 | » | |
| 17 | Bois tors à simple courbures. . . . | Bouts d'allonges. . . | B. A. | 2,6 | 22 | 22 | 40 et au-dessus | |
| | | Jas d'ancre. . . . . . | 6. J. | 4,0 | 28 | 28 | 30 à 35 | |
| | PETIT BOIS. | | | | | | | |
| 13 | Bois droits. . . . | Soliveaux. . . . . . | S. | 2,6 | 16 | 16 | » | |
| 18 | Bois tors à simple courbure. . . . | Bois de barque. . . | BB. | 2,0 | 14 | 14 | 81 à 125 | |
| | | Bois de chaloupe. . | B. C. | 1,0 | 6 | 6 | 140 à 180 | |

*Explications relatives aux plançons et aux bois tors à simple courbure.*

PLANÇONS. . . . . . . . . . . . . . . . Tout plançon ayant quelque excédent de dimensions entrera dans l'espèce supérieure, s'il en a le cube et le minimum de longueur. Exemple : la pièce de 10,0, 28, 28 sera de 4e espèce, parce qu'elle cube plus que celle de 8,0, 30, 30.

BOIS TORS à simple courbure. . . . . . Ces pièces doivent avoir leur arc distribué régulièrement sur toute la longueur.

| DÉSIGNATION des PIÈCES. | SIGNAUX. | LONGUEUR | | | | LARGEUR. | | | | ÉPAISSEUR. | | | | OUVERTURE de l'angle en mètres et centimètres, prise en ligne droite à un mètre du sommet. | Classement par espèces. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | du pied. | | de la branche. | | du pied. | | de la branche. | | du pied. | | de la branche. | | | |
| | | minimum. | maximum. | minimum. | maximum. | minimum. | maximum. | minimum. | maximum. | minimum. | maximum. | minimum. | maximum. | | |
| COURBES. | | m | m. | m. | m. | c. | c. | c. | | c. | c. | c. | | | |
| Courbes d'étambot......... | C.E. | 3,2 | 4,0 | 2,6 | 3,0 | 40 | » | 36 | » | 38 | 44 | 32 | » | 1,40 à 1,55 | 1re |
| — de jottereau........ | C.J. | 2,0 | 2,6 | 1,6 | 2,2 | 38 | 44 | 36 | » | 32 | 38 | 30 | » | 1,70 à 1,80 | *Id.* |
| — d'arcasse.......... | C.A. | 2,6 | 3,2 | 2,0 | 2,6 | 40 | 50 | 36 | » | 38 | 44 | 52 | » | 1,55 à 1,75 | *Id.* |
| — de tillac.......... | C.T. | 1,6 | 2,2 | 1,4 | 2,0 | 38 | 44 | 32 | » | 38 | 42 | 32 | » | 1,15 à 1,45 | *Id.* |
| — de pont........... | C.P. | 1,6 | 2,0 | 1,4 | 1,6 | 32 | 42 | 32 | » | 30 | 32 | 28 | » | 1,40 à 1,55 | *Id.* |
| — de capucine........ | C.C. | 1,6 | 2,2 | 1,4 | 2,0 | 38 | 44 | 32 | » | 32 | 38 | 32 | » | 0,90 à 1,10 | *Id.* |
| Brions.................. | BR. | 6,0 | » | 2,0 | 3,0 | 48 | 54 | 48 | » | 48 | 54 | 48 | » | 1,75 à 1,90 | *Id.* |
| | | 4,0 | » | 2,0 | 3,0 | 44 | 54 | 44 | » | 44 | 54 | 44 | » | | 2e |
| Courbes de gaillard......... | C.G. | 1,6 | 2,6 | 1,4 | 2,0 | 28 | 30 | 24 | » | 28 | 30 | 22 | » | 1,20 à 1,65 | *Id.* |
| — de chambre........ | C.C. | 1,4 | 1,6 | 1,0 | 1,4 | 22 | 24 | 16 | » | 20 | 22 | 14 | » | 1,20 à 1,65 | 3e |
| Courbaton............... | C. | 0,8 | 1,2 | 0,6 | 1,0 | 10 | 20 | 8 | » | 10 | 20 | 8 | » | 1,20 à 1,70 | 4e |

| DÉSIGNATION DES PIÈCES. Noms. | Signaux. | 1re ESPÈCE. | 2e ESPÈCE. | 3e ESPÈCE. | 4e ESPÈCE. | 5e ESPÈCE. | 6e ESPÈCE. | FLÈCHE de l'arc en millimètres par mètre de longueur. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BOIS DROITS. | | m. c. c. | m. c. c. | m. c. a. | m. c. c. | m. c. c. | m. c. c. | |
| Pièces de quille.... | Q. | 12,0.44.44 | » » » | » » » | » » » | » » » | » » » | » » |
| Étambots et mèches de gouvernail.... | ET. | 10,4.60.50 | 8,6.44.44 | » » » | » » » | » » » | » » » | » » |
| Plançons (1)..... | P. | » » » | 10,0.44.44 | 10,0.32.32 | 8,0.30.30 | 7,0.24.24 | » » » | » » |
| Bordages........ | B. | » » » | » » » | 10,0.32.8 à 22 | 8,0.30.8 à 20 | 7,0.24.8 à 16 | » » » | » » |
| Bittes.......... | BI. | » » » | » » » | » » » | » » » | 4 0.38.38 | » » » | » » |
| Solives......... | S. | » » » | » » » | » » » | » » » | » » » | 5,0.22.22 | » » |
| BOIS TORS à simple courbure (2). | | | | | | | | |
| Baux de tillac.... | B.T. | 12,0.44.45 | 10,0.42.42 | » » » | » » » | » » » | » » » | 15 à 20 |
| Demi-baux de tillac. | D.B. | » » » | » » » | 8,0.42.42 | » » » | » » » | » » » | 10 à 15 |

…t plançon ayant quelque excédant de dimensions entrera dans l'espèce supérieure, s'il en a le cube et le minimum de longueur. *Exemple :* …e 10, 28. 28 sera de 4, espèce, parce qu'elle cube plus que celle de 8.30,30.

…s pièces à simple courbure doivent avoir leur arc distribué régulièrement sur toute la longueur.

| LETTRES et numéros correspondants des fig. 8 a 2 des planches. | DÉSIGNATION DES PIÈCES. Noms. | Signaux. | 1re ESPÈCE. | 2e ESPÈCE. | 3e ESPÈCE. | 4e ESPÈCE. | 5e ESPÈCE. | 6e ESPÈCE. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | m. c. c. | m. c. c. | m. c. c. | m. c. c. | m. c. c. | m. c. c. |
| K | Baux de pont..... | B. P. | » » » | » » » | 8,4.32.32 | » » » | » » » | » » » |
| L | Barots de gaillard.. | B. G. | » » » | » » » | » » » | 8,0.28.28 | » » » | » » » |
| L | Barots de dunette.. | B. D. | » » » | » » » | » » » | » » » | 6,6.22.22 | » » » |
| B | Étraves......... | E. | 10,0.60.50 | 8,0.54.44 | » » » | » » » | » » » | » » » |
| N | Guirlandes....... | UG. | 5,2.60.44 | 4,6.50.30 | » » » | » » » | » » » | » » » |
| X | Genoux de fond... | G. | 6,0.46.46 | 5,2.40.30 | 4,0.32.32 | 3,6.28.28 | 3,0.24.24 | » » » |
| S | Varangues plates... | V. | » » » | » » » | 7,2.42.36 | 6,2.42.38 | 5,2.32.28 | » » » |
| T | Varangues acculées. | V. A. | » » » | » » » | 4,0.36.32 | 4,0.36.32 | 4,0.32.28 | » » » |
| 9 | Allonges........ | A. | » » » | » » » | 4 6.34.34 | 4,0.38.38 | 4 0.30.30 | » » » |
| 17 | Bouts d'allonges... | B. A. | » » » | » » » | » » » | » » » | » » » | 2,6.22.22 |
| | Jas d'ancre....... | J. | » » » | » » » | » » » | » » » | 5,0.32.32 | 4,0.28.28 |
| | PIÈCES à deux courbures. | | | | | | | |
| | Barres d'hourdy... | B. H. | 10,4.60.50 | 8,4.44.44. | » » » | » » » | » » » | » » » |
| | Baux à deux bouges. | B. 2. | » » » | » » » | 8,0.30.30 | 7,0.24.24. | » » » | » » » |
| U | Estains......... | ES. | » » » | 5,2.52.32 | » » » | » » » | » » » | » » » |
| XI | Allges de cornière.. | A. C. | » » » | » » » | 7,2.44.28 | » » » | » » » | » » » |
| Y, P. | Genoux de revers... | G. R. | » » » | » » » | 4,6.42.38 | 4,6.38.28 | » » » | » » » |
| | Allonges de revers.. | A. R. | » » » | » » » | » » » | » » » | 4,2.32.28 | » » » |
| | PETITS BOIS. | | | | | | | |
| | Soliveaux....... | S. | m. c. c. 2,6.16.16 | | | | | |
| | Bois de barques.... | B.B. | 2,0.14.14 | | | | | |
| | Bois de chaloupes.. | B.C. | 1,0. 6. 6 | | | | | |

(*a*) Sur les trois quarts de la longueur, à partir du pied.
(*b*) En sens opposé sur le restant de la longueur.
(*c*) Jusqu'au septième de la longueur, à partir du pied.
(*d*) En sens opposé pour le restant de la longueur.
(*e*) A partir du milieu de la longueur dans les deux s
(*f*) Depuis le pied jusqu'au milieu de la longueur.
(*g*) Depuis ce point jusqu'à la tête.

Pour compléter les signaux répétés dans cette récapitulation, on les fera précéder du numéro de l'espè lorsque la même dénomination comprendra des pièces de plusieurs espèces.

# TABLE DES MATIÈRES,

### PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE,

ANT LES NUMÉROS DES PAGES, DES LEÇONS, DES APPENDICES ET DES TOMES DU TEXTE, AINSI QUE CEUX DES FIGURES ET DES PLANCHES DE L'ATLAS.

## A

| …DICATION …S MATIÈRES …RE ALPHABÉTIQUE. | NUMÉROS des pages, des leçons, des appendices et des textes du tome. | | | | NUMÉROS des figures et des planches de l'atlas. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pages. | Leçons. | Appendices. | Tomes. | Figures. | Planches. |
| (Ouvrages de) pour l'action des vagues. | 234 | 45 | | III. | 612 | 121 et 122 |
| ages de consolida- s plages . . . . | 235 à 237 | 45 | | III. | 36<br>328 à 332<br>477<br>591<br>595 à 603<br>775 à 777 | 7<br>67<br>96<br>115<br>116 à 118<br>172 et 173 |
| ages pour détermi- attérissements) . . | 237 et 238 | 45 | | III. | 596 à 603 | 116 à 118 |
| ieux de) des maté- entretien des routes. | 180 | 14 | | I. | 94 | 16 |
| (Arsenal militaire Angleterre sur la . . . . . . . . | | | | | 570 | 109 |
| (Canaux de) . . . | 60 à 67 | | | II. | 378 à 386 | 79 et 80 |
| s d'eau pour alimen- usines. . . . . | 149 et 150 | 30 | | II. | 476 | 95 |
| (Voûte en) . . . | 137 à 142 | 12 | | I. | | |
| hemins de fer. . . | 258 | 18 | | I. | 160 | 123 |
| ents (1re catégorie . . . . . . . . | 150 à 153 | 30 | | II. | 477 à 482 | 96 |
| tégorie de) . . . | 153 à 155 | 30 | | II. | 201 | 32 |
| égorie de), sans pos- d'écoulement artifi- eaux . . . . . . | 156 à 159 | 30 | | II. | 484 | 97 |
| ux à la fois de navi- d'irrigation et de). | 155 et 156 | 30 | | II. | 484 | 97 |
| (Espacements, for- c., des) sur les ri- . . . . . . . . | 48 à 52 | 26 | | II. | 357 à 362 | 75 et 76 |
| d'exécution). . . | 52 à 54 | 26 | | II. | 363 à 366 | 76 et 77 |
| l des remous pro- r les déversoirs). . | 50<br>409 | 26 | <br>1 | II.<br>II. | | |
| -épanchoirs des ca- navigation . . . | 135 | 29 | | II. | 463 et 464 | 93 |
| -syphons du canal l. . . . . . . . | 136 | 29 | | II. | 465 | 94 |
| raits des) estimatifs irage des phares ou . . . . . . . . . | 350 à 356 | | 7 | III. | | |
| (Appareil) dans les eries antiques de la . . . . . . . . | 110 | 10 | | I. | | |
| ort de) dans la Man- . . . . . . . . | 230 | 33 | | II. | 542 et 543 | 104 |
| mersibles et insub- s longitudinales et sales sur le cours ères. . . . . . | 40 à 48 | 25 | | II. | 351 à 355 | 74 et 75 |
| mersibles projetées lagunes de Venise. | 40 et 44 | 25 | | II. | 351 | 74 |
| ées sur la Loire. . | 37 à 46 | 25 | | II. | 350 et 351 | 73 et 74 |
| mersibles et insub- s (Mode d'exécu- l- . . . . . . . | 46 à 48 | 25 | | II. | 330<br>353<br>355 | 67<br>74<br>75 |
| la mer à l'embou- la Seine. . . . | 235 et 236 | 45 | | III. | 776 | |
| Polders, en Belgi- Hollande . . . | 235 | 45 | | III. | 477<br>775 et 776 | 96<br>172 |
| garantie en plans de Cadix et de St- Luz . . . . . | 290 et 293 | | | II. | 595 | 116 |

| INDICATION DES MATIÈRES PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE. | NUMÉROS des pages, des leçons, des appendices et des tomes du texte. | | | | NUMÉROS des figures et des planches de l'atlas. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pages. | Leçons. | Appendices. | Tomes. | Figures. | Planches. |
| Digue de la rade de Cherbourg . . . . . . . | 267 et 268<br>271 à 277<br>279 à 282<br>284 et 285<br>291 à 293<br>295 et 296<br>317 à 321<br>332 et 333<br>335 à 337 | 34<br>34<br>34<br>34<br>34<br>34<br>35<br>36<br>36 | | II.<br>II.<br>II.<br>II.<br>II.<br>II.<br>II.<br>II.<br>II. | 571<br>575 à 577<br>615<br>616<br>622 | 112<br>113<br>122<br>123<br>124 |
| *Id.* (Précis historique des travaux jusqu'en 1830). . . | 420 à 437 | | 3 | II. | 615<br>571 | 122<br>112 |
| Dilatation des métaux par la chaleur (Effets pour les constructions de la) . . . . | 92 et 93 | 8 | | I. | | |
| Dissection (Salles de) dans les hôpitaux maritimes . . . | 208<br>333 à 349 | 44 | <br>6 | III.<br>III. | | |
| Douarnenez (Port de) sur la côte sud de la Bretagne. . | 243 et 244 | 33 | | II. | 526 | 163 |
| Docks (Définition et usage des) | 352 | 36 | | II. | | |
| *Nota.* V. Bassins de flot pour tous les ouvrages hydrauliques. | | | | | | |
| Docks (Edifices des). . . . | 375 à 385 | 37 | | II. | 645 à 656 | 132 à 134 |
| Docks projetés par M. Flachat pour le port de Marseille. . . . . . . . | 375 et 376 | 37 | | II. | 646 | 132 |
| *Id.* par M. l'ingénieur Frissart pour le Hâvre . . . . . | 376 | 37 | | II. | 647 | 133 |
| Docks du port de Liverpool, sur la côte ouest de l'Angleterre . . . . . . . . | 375 à 377 | 37 | | II. | 570<br>644<br>648 | 108<br>132<br>133 |
| Docks du port de Hull, sur la côte Est de l'Angleterre. . | 377 à 380 | 37 | | II. | 570 | 108 |
| Docks sur la Tamise, à Londres , . . . . . . . . | 380 et 381 | 37 | | II. | 570 | 108 |
| Docks de Sainte-Catherine, à Londres. . . . . . . | 381 | 37 | | II. | 649 | 133 |
| *Id.* dits de Londres. . . . | 381 et 382 | 37 | | II. | 650 | 133 |
| *Id.* dits des Indes occidentales. | 382 à 384 | 37 | | II. | 651 à 654 | 134 |
| *Id.* des Indes orientales . . | 384 | 37 | | II. | 655 | 134 |
| *Id.* dits *commercial docks* . | 384 et 385 | 37 | | II. | 656 | 134 |
| Docks dits hydrostatiques en usage aux Etats-Unis d'Amérique pour les réparations des navires . . . . . . | 70 et 71 | 39 | | III. | 700 | 149 |
| Dosage des mortiers ordinaires et hydrauliques . . . | 45 à 47 | 5 | | I. | | |
| *Id.* des bétons . . . . . . | 54 à 56 | 5 | | I. | | |
| Doublure du fer. . . . . | 88 | 8 | | I. | | |
| Douelle (Surface de) des voûtes | 132 et 133 | 10 | | I. | | |
| Draguage . . . . . . . . | 298<br>24 et 25 | 20<br>24 | | I.<br>I. | 334 et 345 | 68 |
| *Voir* aussi Curage pour les ports et rades. | | | | | | |
| Dragues à roulettes. . . . | 4 | 38 | | III. | | |
| Drague à main ou Hollandaise. . . . . . . . . | 4 | 38 | | III. | | |
| Drague à treuil . . . . . | 4 | 38 | | III. | 659 | 134 |
| Draguer (Machine à). *V.* Machines à curer. | | | | | | |
| Dredging (Machines). *V.* Machines à curer. | | | | | | |
| Dundee (Port de) en Ecosse. | | | | | 570 | 108 |
| Dunkerque (Port de) dans la Manche . . . . . . . . | 223 à 225 | 38 | | III. | 534 et 535 | 104 |
| Dunes mobiles, et particulièrement celles du département des Landes en France . . | 238 à 242 | 45 | | III. | 779 | 173 |

| DICATION S MATIÈRES RE ALPHABÉTIQUE. | NUMÉROS des pages, des leçons, des appendices et des textes du tome. Pages. | Leçons. | Appendices. | Tomes. | NUMÉROS des figures et des planches de l'atlas. Figures. | Planches. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Ouvrages de) pour l'action des vagues. | 234 | 45 | | III. | 612 | 121 et 122 |
| ages de consolida- plages . . . . . | 235 à 237 | 45 | | III. | 36<br>328 à 332<br>477<br>591<br>595 à 603<br>775 à 777 | 7<br>67<br>96<br>115<br>116 à 118<br>172 et 173 |
| ages pour détermi- atterrissements) . . | 237 et 238 | 45 | | III. | 596 à 603 | 116 à 118 |
| ieux de) des maté- entretien des routes. | 180 | 14 | | I. | 94 | 16 |
| (Arsenal militaire Angleterre sur la . . . . . . . . . | | | | | 570 | 109 |
| (Canaux de) . . . | 60 à 67 | | | II. | 378 à 386 | 79 et 80 |
| s d'eau pour alimen- usines. . . . . | 149 et 150 | 30 | | II. | 476 | 95 |
| Voûte en) . . . | 137 à 142 | 12 | | I. | | |
| emins de fer. . . | 258 | 18 | | I. | 160 | 123 |
| ents (1re catégorie . . . . . . . . | 150 à 153 | 30 | | II. | 477 à 482 | 96 |
| égorie de) . . . | 153 à 155 | 30 | | II. | 201 | 32 |
| égorie de), sans pos- l'écoulement artifi- eaux . . . . . . | 156 à 159 | 30 | | II. | 484 | 97 |
| x à la fois de navi- d'irrigation et de). | 155 et 156 | 30 | | II. | 484 | 97 |
| (Espacements, for- ., des) sur les ri- . . . . . . . . | 48 à 52 | 26 | | II. | 357 à 362 | 75 et 76 |
| d'exécution). . . | 52 à 54 | 26 | | II. | 363 à 366 | 76 et 77 |
| l des remous pro- r les déversoirs). . | 50<br>409 | 26 | <br>1 | II.<br>II. | | |
| -épanchoirs des ca- navigation . . . | 135 | 29 | | II. | 463 et 464 | 93 |
| -syphons du canal . . . . . . . . | 136 | 29 | | II. | 465 | 94 |
| raits des) estimatifs irage des phares ou . . . . . . . . . | 350 à 356 | | 7 | III. | | |
| Appareil) dans les ries antiques de la . . . . . . . . | 110 | 10 | | I. | | |
| rt de) dans la Man- . . . . . . . . | 230 | 33 | | II. | 542 et 543 | 104 |
| mersibles et insub- longitudinales et ales sur le cours res. . . . . . | 40 à 48 | 25 | | II. | 351 à 355 | 74 et 75 |
| mersibles projetées lagunes de Venise. | 40 et 44 | 25 | | II. | 351 | 74 |
| ées sur la Loire. . | 37 à 46 | 25 | | II. | 350 et 351 | 73 et 74 |
| mersibles et insub- (Mode d'exécu- . . . . . . . . | 46 à 48 | 25 | | II. | 330<br>353<br>355 | 67<br>74<br>75 |
| mer à l'embou- la Seine. . . . | 235 et 236 | 45 | | III. | 776 | |
| Polders, en Belgi- Hollande . . . | 235 | 45 | | III. | 477<br>775 et 776 | 96<br>172 |
| garantie en plans de Cadix et de St- Luz . . . . . | 290 et 293 | | | II. | 595 | 116 |

| INDICATION DES MATIÈRES PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE. | NUMÉROS des pages, des leçons, des appendices et des tomes du texte. Pages. | Leçons. | Appendices. | Tomes. | NUMÉROS des figures et des planches de l'atlas. Figures. | Planches. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Digue de la rade de Cherbourg . . . . . . . | 267 et 268<br>271 à 277<br>279 à 282<br>284 et 285<br>291 à 293<br>295 et 296<br>317 à 321<br>332 et 333<br>335 à 337 | 34<br>34<br>34<br>34<br>34<br>34<br>35<br>36<br>36 | | II.<br>II.<br>II.<br>II.<br>II.<br>II.<br>II.<br>II.<br>II. | 571<br>575 à 577<br>615<br>616<br>622 | 112<br>113<br>122<br>123<br>124 |
| *Id.* (Précis historique des travaux jusqu'en 1830). . . | 420 à 437 | | 3 | II. | 615<br>571 | 122<br>112 |
| Dilatation des métaux par la chaleur (Effets pour les constructions de la) . . . . | 92 et 93 | 8 | | I. | | |
| Dissection (Salles de) dans les hôpitaux maritimes . . . | 208<br>333 à 349 | 44 | <br>6 | III.<br>III. | | |
| Douarnenez (Port de) sur la côte sud de la Bretagne. . | 243 et 244 | 33 | | II. | 526 | 103 |
| Docks (Définition et usage des) | 352 | 36 | | II. | | |
| *Nota*. V. Bassins de flot pour tous les ouvrages hydrauliques. | | | | | | |
| Docks (Edifices des). . . . | 375 à 385 | 37 | | II. | 645 à 656 | 132 à 134 |
| Docks projetés par M. Flachat pour le port de Marseille. . . . . . . . . | 375 et 376 | 37 | | II. | 646 | 132 |
| *Id.* par M. l'ingénieur Frissart pour le Hâvre . . . . . | 376 | 37 | | II. | 647 | 133 |
| Docks du port de Liverpool, sur la côte ouest de l'Angleterre . . . . . . . . . | 375 à 377 | 37 | | II. | 570<br>644<br>648 | 108<br>132<br>133 |
| Docks du port de Hull, sur la côte Est de l'Angleterre. . | 377 à 380 | 37 | | II. | 570 | 108 |
| Docks sur la Tamise, à Londres , . . . . . . . . | 380 et 381 | 37 | | II. | 570 | 108 |
| Docks de Sainte-Catherine, à Londres. . . . . . . . | 381 | 37 | | II. | 649 | 133 |
| *Id.* dits de Londres. . . . | 381 et 382 | 37 | | II. | 650 | 133 |
| *Id.* dits des Indes occidentales. | 382 à 384 | 37 | | II. | 651 à 654 | 134 |
| *Id.* des Indes orientales . . | 384 | 37 | | II. | 655 | 134 |
| *Id.* dits *commercial docks* . | 384 et 385 | 37 | | II. | 656 | 134 |
| Docks dits hydrostatiques en usage aux Etats-Unis d'Amérique pour les réparations des navires . . . . . . . | 70 et 71 | 39 | | III. | 700 | 149 |
| Dosage des mortiers ordinaires et hydrauliques . . . | 45 à 47 | 5 | | I. | | |
| *Id.* des bétons . . . . . . | 54 à 56 | 5 | | I. | | |
| Doublure du fer. . . . . . | 88 | 8 | | I. | | |
| Douelle (Surface de) des voûtes | 132 et 133 | 10 | | I. | | |
| Draguage . . . . . . . . | 298<br>24 et 25 | 20<br>24 | | I.<br>I. | 334 et 345 | 68 |
| *Voir* aussi Curage pour les ports et rades. | | | | | | |
| Dragues à roulettes. . . . | 4 | 38 | | III. | | |
| Drague à main ou Hollandaise. . . . . . . . | 4 | 38 | | III. | | |
| Drague à treuil . . . . . | 4 | 38 | | III. | 659 | 134 |
| Draguer (Machine a). *V.* Machines à curer. | | | | | | |
| Dredging (Machines). *V.* Machines à curer. | | | | | | |
| Dundee (Port de) en Ecosse. | | | | | 570 | 108 |
| Dunkerque (Port de) dans la Manche . . . . . . . . | 223 à 225 | 38 | | III. | 534 et 535 | 104 |
| Dunes mobiles, et particulièrement celles du département des Landes en France . . | 238 à 242 | 45 | | III. | 779 | 173 |

| INDICATION DES MATIÈRES PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE. | NUMÉROS des pages, des leçons, des appendices et des tomes du texte. Pages. | Leçons. | Appendices. | Tomes. | NUMÉROS des figures et des planches de l'atlas. Figures. | Planches. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Endiguages insubmersibles. . | 20 | 24 | | II. | 327 | 67 |
| Endiguages de lagunes pour le dépôt des produits des cure-molles à vapeur et autres . | 20<br>14<br>294 | 24<br>28 | <br><br>3 | II.<br>III.<br>III. | 327 | 67 |
| Enrochements des ponts en maçonnerie (Grosseur des matériaux, coffrages, crèches) . . . . . . . . | 311 et 312 | 20 | | I. | | |
| Enrochements simples et mixtes pour la défense des rives de cours d'eau. . . . | 20 et 21 | 24 | | II. | 325<br>332 | 67<br>67 |
| Enrochements et ouvrages en pierres perdues à la mer. . | 267 à 278 | 34 | | II. | 571 à 578 | 112 et 113 |
| *Id.* (Grosseur des matériaux des) . . . . . . . . | 267 à 270 | 34 | | II. | 571 et 572 | 112 |
| *Id.* (Mode d'exécution des). . | 270<br>274 à 278 | 34<br>34 | | II.<br>II. | 573 à 578 | 112 et 113 |
| *Id.* en blocs factices . . . | 274 | 34 | | II. | 573 et 574 | 112 |
| *Id.* Moyens d'exploitation et de transport des blocs des carrières. . . . . . . | 274 à 277 | 34 | | II. | 575 à 578 | 113 |
| *Id.* (Tassements des) . . . | 270 et 271<br>338 | 34<br>36 | | II.<br>II. | | |
| Entrelacement des matériaux élémentaires des maçonneries . . . . . . . . | 130 | 11 | | I. | 14 et 15 | 4 |
| Entretien des routes. . . . | 194 | 15 | | I. | | |
| *Id.* des chemins de fer . . . | 270 à 272 | 18 | | I. | | |
| Entrevoies des chemins de fer. | 255 et 256 | 18 | | I. | 152 | 21 |
| Entures des pilots . . . . | 166 | 13 | | I. | 84 | 13 |
| Epanchoirs des canaux de navigation. . . . . . . | 136 | 29 | | II. | 465 | 94 |
| Epis ou éperons sur les rivières et fleuves. | 21 à 24<br>37 à 39 | 24<br>25 | | II.<br>II. | 330 à 333<br>350 | 67 et 68<br>73 et 74 |
| Epis saillants sur les côtes de la mer . . . . . . . . | 297 à 300 | 35 | | II. | 596 à 603 | 116 à 118 |
| Epis du Helder, en Hollande. | 298 | 35 | | II. | 596 | 116 |
| Epis sur la côte au nord du Havre. . . . . . . . | 299 | 35 | | II. | 596 et 597 | 116 et 117 |
| Epis de l'île de Ré . . . . | 299 et 300 | 35 | | II. | 598 et 599 | 117 |
| Epis d'ensablement . . . . | 300 | 35 | | II. | 601 | 118 |
| Epis sur fond de rocher. . . | 300 | 33 | | II. | 603 | 118 |
| Epreuves de constructions suspendues. . . . . . . | 366 | 23 | | I. | | |
| Epuisements (Machines d'). . | 306 à 308 | 20 | | I. | 226 | 38 |
| Equipage à ventelles employé pour les draguages sur le Rhin . . . . . . . . | 25<br>15 | 24<br>38 | | II.<br>III. | 334 | 68 |
| Escaliers de quais . . . . | 31 et 32 | 25 | | II. | 347 | 73 |
| Esplanades et places d'armes des arsenaux maritimes. . | 137 | 42 | | II. | | |
| Etablissements civils des arsenaux maritimes . . . . | 136 à 167<br>168 à 205<br>206 à 233 | 42<br>43<br>44 | | III.<br>III.<br>III. | 725 à 774 | 150 à 172 |
| Établissements d'intérêt général. . . . . . . . . | 136 à 138 | 42 | | III. | | |
| *Id.* dépendants du service de la majorité dans les arsenaux maritimes. . . . . | 139 à 143 | 42 | | III. | 725 à 728 | 158 et 159 |
| *Id.* dépendants du service des constructions navales dans les arsenaux maritimes . . | 143 à 167<br>168 à 176 | 42<br>43 | | III.<br>III. | 729 à 747 | 159 à 164 |
| *Id.* dépendants du service des mouvements dans les arsenaux maritimes . . . . | 176 à 183 | 43 | | III. | 748 à 750 | 164 et 165 |
| *Id.* dépendants du service de l'artillerie dans les arsenaux maritimes. . . . . . . | 183 à 195 | 43 | | III. | 751 à 757 | 166 et 167 |
| *Id.* dépendants du service des subsistances dans les arsenaux maritimes . . . . | 195 à 205 | 43 | | III. | 758 à 761 | 167 à 169 |
| *Id.* dépendants du service de santé dans les arsenaux maritimes . . . . . . . . | 206 à 216<br>333 à 349 | 44 | <br>6 | III.<br>III. | 762<br>763 à 766 | 169<br>170 et 171 |
| *Id.* dépendants du service administratif dans les arsenaux maritimes. . . . . | 216 à 230 | 44 | | III. | 768 à 770 | 171 et 172 |
| *Id.* dépendants du service des constructions hydrauliques. | 227 à 230 | 44 | | III. | | |
| Etablissements de fabrication de la marine extérieurs aux arsenaux militaires . . . | 230 à 232 | 44 | | III. | 772 à 774 | 172 |
| Etablissement (Heures d') des marées . . . . . . . . | 186 et 187 | 31 | | II. | 512 | 101 |
| Etale de la mer . . . . . | 183 | 31 | | II. | | |
| Etangs et réservoirs d'eaux pour l'alimentation des canaux de navigation . . . | 86 à 93 | 27 | | II. | 392 et 393 | 82 |
| Etanchement de biefs de navigation. . . . . . . | 94<br>104 et 105 | 27<br>28 | | II.<br>II. | 403<br>419 et 420 | 84<br>85 et 86 |
| Etiage des cours d'eau . . . | 6 à 8 | 24 | | II. | | |
| Etuves à plier les bois . . . | 70 | 6 | | I. | 14 et 15 | 4 |
| Etuvage des blés et farines dans le service des subsistances des arsenaux maritimes . . . . . . . . . | 199 | 43 | | II. | | |
| Etuves à goudronner des ateliers de corderie du service des constructions navales dans les arsenaux maritimes. | 156 | 42 | | III. | | |
| Exécution des travaux de déblais . . . . . . . . . | 230 et 231 | 16 | | I. | | |
| Exploitations à la mine. . . | 231 | 16 | | I. | 141 | 20 |
| Extinction des chaux . . . | 31 et 32 | 3 | | I. | | |
| Extrados des voûtes. . . . | 133 | 11 | | I. | | |

## F.

| INDICATION DES MATIÈRES PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE. | Pages. | Leçons. | Appendices. | Tomes. | Figures. | Planches. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Faisceaux de fils de fer pour les constructions suspendues . . . . . . . . | 359 à 363 | 22 | | I. | 274<br>283 à 286 | 55<br>56 |
| *Id.* comparés aux cordages en chanvre pour le service de la marine . . . . . . | 285 à 290 | | 2 | III. | | |
| Faîtes et thalwegs des chaînes de montagnes . . . . . | 202 | 15 | | I. | 108 | 18 |
| Fanaux. *V.* Phares . . . . | | | | | | |
| Farines (Dépôt de) du service des subsistances dans les arsenaux maritimes. . . . | 198 | 43 | | III. | | |

# TABLE DES MATIÈRES,

## PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE,

NT LES NUMÉROS DES PAGES, DES LEÇONS, DES APPENDICES ET DES TOMES DU TEXTE, AINSI QUE CEUX DES FIGURES ET DES PLANCHES DE L'ATLAS.

**G**

| INDICATION DES MATIÈRES PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE. | NUMÉROS des pages, des leçons, des appendices et des tomes du texte. Pages. | Leçons. | Appendices. | Tomes. | NUMÉROS des figures et des planches de l'atlas. Figures. | Planches. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Jetées (Système de construction) | 309 à 313 | 35 | | II. | 605 à 609 | 118 à 120 |
| *Id.* (en enrochements) | 309 et 310 | 35 | | II. | 605 | 118 |
| *Id.* en fascinages | 310 | 35 | | II. | 579<br>606 | 113<br>118 |
| *Id.* en charpente | 310 et 311 | 35 | | II. | 607 et 608 | 119 et 120 |
| *Id.* en maçonnerie | 311 à 313 | 35 | | II. | 609 | 120 |
| Jetées basses et submersibles | 306 et 307<br>313 | 35<br>35 | | II.<br>II. | 610 | 121 |
| **L** | | | | | | |
| La Caraque (Arsenal maritime de) dans la baie de Cadix | | | | | 570 | 110 |
| La Hague (Phare du cap) | 253<br>255<br>256 et 257<br>261 et 262<br>268 | 45<br>45<br>45<br>45<br>45 | | III.<br>III.<br>III.<br>III.<br>III. | 788<br>793 | 175 et 176<br>177 |
| Lames, ondulations et vagues de la mer (de leurs causes, formes et effets) | 170 à 181 | 31 | | II. | 501 à 521 | 101 et 102 |
| *Id.* (Mouvement orbitaire dans le système de M. le colonel Emy) | 173 | 31 | | II. | 503 | 101 |
| *Id.* (Dimensions et temps des oscillations des) | 174 à 176 | 31 | | II. | 504 à 506 | 101 |
| Lames de retour | 177 | 31 | | II. | 508 | 101 |
| Lames sourdes | 178 | 31 | | II. | | |
| Lames de fond | 178 | 31 | | II. | | |
| Lames (Effets des rétrécissements et des élargissements sur les) | 178 à 180 | 31 | | II. | 510 et 511 | 101 |
| *Id.* (Effets sur le fond de la mer et sur les côtes) | 180 et 181 | 31 | | II. | | |
| Lampy (Réservoir de) sur le canal du Midi | 87 | 27 | | II. | 394 | 83 |
| Lancement des navires à la mer | 40 à 43 | 39 | | III. | 685 à 687 | 143 et 144 |
| La Rochelle (Port de) sur l'Océan | 249 à 251 | 33 | | II. | 530<br>556 | 103<br>105 |
| Larrons pour le remplissage des sas d'écluses | 114 et 115 | 28 | | II. | 431 | 87 |
| La Spezzia (Arsenal maritime projeté à) | | | | | 570 | 111 |
| Légende de la distribution de l'hôpital de l'arsenal maritime de Rochefort | 347 à 349 | | 6 | III. | 765 | 170 |
| Légumes secs et blés (Magasins de) pour le service des subsistances dans les arsenaux maritimes | 183 | 43 | | III. | | |
| Lenticulaires (appareils) pour l'éclairage des côtes | 246 à 249 | 45 | | III. | 783 | 174 |
| Lest (dépôts de) en fonte pour le service des mouvements dans les arsenaux maritimes | 177 et 178 | 43 | | III. | | |
| **M** | | | | | | |
| Mac-Adam (Routes à la) | 199 | 15 | | I. | 110 | 118 |
| Machines à faire les gournables | 95 | 9 | | I. | 28 | 6 |
| Machines élévatoires de déblais et autres fardeaux | 233 | 16 | | I. | 144 à 146 | 20 et 21 |

| INDICATION DES MATIÈRES PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE. | NUMÉROS des pages, des leçons, des appendices et des tomes du texte. Pages. | Leçons. | Appendices. | Tomes. | NUMÉROS des figures et des planches de l'atlas. Figures. | Planches. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Jetées (Brisants de) ou contre-jetées | 314 | 35 | | II. | 612 | [illegible] |
| Joints des assises de pierres dans les maçonneries | 108 à 115 | 10 | | I. | | |
| Jonction (Ecluses de) d'un canal avec un cours d'eau ou avec la mer | 66<br>113 | <br>28 | | II.<br>II. | 383<br>384<br>428 et 429 | 79 et 80<br>80<br>87 |
| Jusant (Courants de) à la mer | 188 à 190 | 31 | | II. | | |
| **L** | | | | | | |
| Levage des travées, de viaducs et ponts fixes en charpente | 336 | 21 | | II. | | |
| Levages des constructions suspendues | 364 à 366 | 23 | | II. | | |
| Levées de la Loire | 20 | 24 | | II. | 325 | 67 |
| Levis (Ponts) | 371 et 372 | 23 | | I. | 294 à 296 | 59 et 60 |
| Liaison des pierres (Modes divers de) | 114 et 115 | 10 | | I. | | |
| Libages (Maçonneries de) | 166 | 10 | | I. | | |
| Lieux d'aisance pour casernements de corps organisés | 141 | 42 | | III. | 726 | [illegible] |
| Ligne de Loch | 190 | 31 | | II. | | |
| Limousinage (Maçonnerie en) | 119 | 10 | | I. | | |
| Lingerie (Ateliers et magasins de) pour le service des mouvements dans les arsenaux maritimes | 183 | 43 | | III. | 750 | [illegible] |
| Lit majeur des cours d'eau | 7 | 24 | | II. | | |
| Lit mineur des cours d'eau | 7 | 24 | | II. | | |
| Livourne (Port de) sur la Méditerranée | | | | | 570 | 111 |
| Loch (Ligne de). *V.* plus haut Ligne | | | | | | |
| Locks ou dépôts sous-marins pour les bois dans les arsenaux maritimes d'Angleterre | 121 | 41 | | III. | 723 | 158 |
| Locomotives (Machines) sur les chemins de fer | 243 à 249<br>264 à 266 | 17<br>18 | | I.<br>I. | 167 | 35 |
| *Id.* (Vitesse et rapports avec les pentes des chemins de fer) | 244 à 249<br>252 et 253<br>264 et 265 | 17<br>17<br>18 | | I.<br>I.<br>I. | | |
| Loire (Digues submersibles de la) | 37<br>46 | 25<br>25 | | II.<br>II. | 350<br>352 | 73<br>74 |
| *Id.* (Ecluse de descente à la Loire, du canal latéral à ce fleuve) | 123 | | | II. | 450 | 90 |
| Londres (Port de) | | | | | 570 | 108 |
| Longuerines de grillages | 171 à 173 | 13 | | I. | | |
| Lorient (Arsenal militaire de) sur la côte sud de la Bretagne | 217 à 219 | 31 | | II. | 528 et 529 | 103 |
| *Id.* (Port de commerce) | 245 et 246 | 33 | | II. | 528<br>552 | 103<br>105 |
| **M** | | | | | | |
| Machines locomotives sur les chemins de fer | 243 à 249<br>252 et 253<br>264 à 266 | 17<br>17<br>18 | | I.<br>I.<br>I. | 167 | 35 |
| *Id.* à vapeur stationnaires sur les chemins de fer | 243<br>266 à 268 | 17<br>18 | | I.<br>I. | 168 | [illegible] |

## N

P

# TABLE DES MATIÈRES.

## S

FIN DU TOME TROISIÈME.

# ERRATA.

---

## TOME PREMIER.

Pages.

III, ligne 13, *au lieu de* avec es notes, *lisez* avec les notes.
x, — 12, — en Hollande, *lisez* en Belgique.
xv, — 4, — des chemins, *lisez* des chemins de fer. — Des dépenses premières et d'entretien de ces chemins.
4, — 6, — Gauwaeke, *lisez* Grauwacke.
10, — 21, — 441, *lisez* 141.
» — 29, — 428, *lisez* 423.
» — 31, — 3.52, *lisez* 2.52.
11, A chacun des premiers chiffres (1), (2), (3), (4), (5), *ajoutez* classe.
37, ligne 36, *au lieu de* $\frac{30}{100}$ d'argile, *lisez* $\frac{80}{100}$ d'argile.
42, — 8, — 8 à 2$^{m.c}$, *lisez* 8 à 20$^{m.c}$.
66, au-dessous du 4 de la 1re colonne du tableau, *lisez* 5.
71, entre la 9e et la 10e ligne, *lisez* 7e leçon.
72, *au lieu du* n° 56 de la page, *lisez* 72.
73, ligne 28, *au lieu de* 0.95, *lisez* 1.95.
77, — 1, — plètre, *lisez* plète.
» 3e colonne du tableau, *au lieu de* 9.464, *lisez* 0.464.
» 4e — — 0.926, *lisez* 0.920.
79, à substituer aux lignes 21, 22, 23, 24 du texte, ce qui suit :

« Les formules de torsion pour les pièces rectangulaires, quarrées et cylindriques » sont :

$$P_4 M = \frac{Tab\sqrt{a^2+b^2}}{6}; \quad P_4 M = \frac{T}{6} a^3 \sqrt{2}; \quad P_4 M = \frac{T\pi . a^3}{2};$$

» où *a* et *b* ont les mêmes significations que précédemment; où M est le bras du » levier de la force ou du poids P en kilogrammes opérant la torsion; où T est la » force ou le poids en kilogrammes, exprimant la résistance à la torsion, rapportée » à l'unité de surface, *à l'instant où la rupture a lieu.* »

83, ligne 12, *au lieu de* carbonete, *lisez* carbone.
84, — 22, — 350, *lisez* 340.
86, — 13, — 1814, *lisez* 7,814.
» — 23, à la suite de division, *lisez* L'acier poli est le produit le plus grossier de ce genre de fabrication.

57

Pages.

95, 2ᵉ colonne du tableau, *au lieu de* 9.052, *lisez* 0.052.

98, ligne 6 (en remontant) *au lieu de* 2.250, *lisez* 1.250.

104, — 8. *au lieu de* 2.0 de longueur. *lisez* 2.50 de longueur.

110, — 14, — cas cas, *lisez* cas.

126, — 29, — de leur, *lisez* leur.

---

## TOME SECOND.

47, ligne 25, *au lieu de* affouiliable, *lisez* affouillable.

50, — 7, à substituer à la formule celle qui suit :

$$\left(\frac{y+px}{H}\right)^3-\left(\frac{px}{H}\right)^3=\frac{1}{1+\frac{4}{9}H\left(\frac{px}{H}\right)^6}.$$

88, — 19, *au lieu de* aeux, *lisez* eaux.

98, — 1, — lon, *lisez* l'on.

106, — 26, — il y de, *lisez* il y a de.

107, — 26, — avait projeté, *lisez* avait été projeté

110, — 1, — l'on, *lisez* on.

120, — 24, — l'ordinaires, *lisez* l'ordinaire.

128, — 6, — arganaux, *lisez* organaux.

» — 12, — les cours d'eau, *lisez* le cours d'eau.

133, — 5, — le biefs, *lisez* les biefs.

135, — 9 et 12, — ventellerie, *lisez* ventillerie.

144, — dernière — si le, *lisez* si les.

150, — 4, — ventellerie, *lisez* ventillerie,

161, — 4, — descendre jauger l'eau, *lisez* descendre pour jauger l'eau.

170, — 11 (en remontant) *effacez* des vents.

170, à substituer au paragraphe 3, lignes 22, 23, 24, 25, ce qui suit :

« Lorsque sa direction est en sens opposé à celle des courants de l'eau, ou bien
» lorsque cette direction passe subitement elle-même en sens opposé ; enfin lorsque
» des vents de terre rencontrent des lames formées au large par des vents soufflant
» vers les côtes, la mer devient très houleuse. »

219, ligne 7, *au lieu de* mer appelées, *lisez* mer appelée.

268, — 3, — petites pienes, *lisez* petites pierres.

272, — dernière du tableau, *au lieu de* point 0. de l'hydromètre, etc., *lisez* point 0 de l'hydromètre, etc.

296, — 24, *au lieu de* 380 et 381, *lisez* 180 et 881.

299, — 19, — une, *lisez* un.

303, — 24, — les tonnage, *lisez* le tonnage.

337, — 37, — de rampes, *lisez* des rampes.

Pages.

363, ligne 34, — les passages, *lisez* le passage.
367, — 11, — Gondrian, *lisez* Goudrian.
383, — 24, — a engrenage, *lisez* à engrenage.
393, — 17, — venteaux, *lisez* ventaux.
413, — 28, — calonne, *lisez* colonne.
414, — 4, — celculer, *lisez* calculer.
415, — 22, — tengente, *lisez* tangente.
416, — 3, — tengentielle, *lisez* tangentielle.
425, — 23, — (14$^{m}$,56) ou 15 pieds (4$^{m}$,89), *lisez* 14 ou 15 pieds (4$^{m}$,56 ou 4$^{m}$,89).

---

## TOME TROISIÈME.

269, ligne 16, Phare de 3$^{e}$ ordre de Gravelines (Nord), *lisez* 30.000 fr. dans la colonne : dépense d'établissement pour la tour.
» — 24, Phare des Héaux de Brebat (Côtes-du-Nord), *supprimez* le chiffre 1,000,000 dans la colonne : dépense d'établissement pour la tour; *lisez* 528,000 fr. dans la colonne : dépense totale d'établissement.
» — 28, Phare de l'Isle de Sein, de 1$^{er}$ ordre (Finistère), *lisez* 130,140 fr. dans la colonne : dépense totale d'établissement.
» — 29, Phare de Penmarck, de 1$^{er}$ ordre (Finistère), *lisez* 103,659, *au lieu de* 104,659 fr. dans la même colonne que ci-dessus.
» — 30, Phare de l'île de Groix, de 1$^{er}$ ordre (Morbihan), *lisez* 112,300 fr. dans la même colonne que ci-dessus.
» — 31, Phare de Belle-Isle, de 1$^{er}$ ordre (Morbihan), *lisez* 505,300, *au lieu de* 496,355 dans la même colonne que ci-dessus.
271, — 14, Phare d'Antibes, de 1$^{er}$ ordre, *lisez* 50,004 fr., *au lieu de* 40,892 fr. dans la colonne : dépense totale d'établissement.

FIN.

# PROGRAMME

OU

RÉSUMÉ DES LEÇONS

D'UN

# COURS DE CONSTRUCTIONS,

AVEC DES APPLICATIONS TIRÉES PRINCIPALEMENT

DE L'ART DE L'INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES;

## OUVRAGE DE FEU M.-J. SGANZIN.

Cinquième Édition,

ENRICHIE D'UN ATLAS VOLUMINEUX, ENTIÈREMENT REFONDUE

**PAR M. REIBELL,**
Ingénieur en chef de première classe des ponts et chaussées, directeur des travaux maritimes, officier de la Légion-d'Honneur,
*Agissant comme mandataire de la famille de feu M. Sganzin.*

APPENDICE N° 4 AU TOME 1.

## COLLECTION DE TABLES,

**PAR LÉON LALANNE,**
Ingénieur des ponts et chaussées.

BRUXELLES. — Em. DEVROYE et Ce, IMPRIMEUR DU ROI,
RUE DE LOUVAIN, ALLÉE ST-ANTOINE

# COLLECTION DE TABLES

POUR ABRÉGER LES CALCULS RELATIFS

# A LA RÉDACTION DES PROJETS DE ROUTES

## ET DE CHEMINS DE TOUTES LARGEURS;


**PAR LÉON LALANNE,**

Ingénieur des ponts et chaussées.


## APPENDICE N° 4 AU TOME 1

DE LA CINQUIÈME ÉDITION DU COURS DE CONSTRUCTIONS DE FEU M.-J. SGANZIN, ENTIÈREMENT REFONDUE


**PAR M. REIBELL,**

Officier de la Légion-d'Honneur.



**LIÉGE,**

DOMINIQUE AVANZO ET C^e, ÉDITEURS,

RUE DE LA RÉGENCE.

1844.

# TABLE DES MATIÈRES.



*b*

# AVERTISSEMENT.

Lorsque M. l'ingénieur en chef Reibell eut commencé la publication de la nouvelle édition du *Cours de constructions* de feu M. Sganzin, plusieurs personnes témoignèrent le désir de trouver dans cet ouvrage une exposition détaillée des méthodes qui ont été employées depuis quelques années pour abréger la rédaction des projets de routes. Cependant la nécessité de concentrer un grand nombre de faits importants dans un cadre restreint ne permettait pas de donner ce développement spécial à une partie du livre qui aurait été hors de proportion avec le reste. De plus, la rédaction d'un travail de ce genre exigeant des calculs longs et penibles, les résultats de ces calculs ne pouvaient paraître que postérieurement à la publication du corps de l'ouvrage.

M. Reibell, auquel fut soumis le projet de ce travail, dont nous nous étions chargé, à la prière des éditeurs de la nouvelle édition du *Cours de constructions*, voulut bien nous autoriser à rédiger l'APPENDICE que nous publions aujourd'hui. Nous devons lui exprimer ici toute notre reconnaissance d'avoir été agréé par lui comme collaborateur, même pour une si faible part.

La collection de tables qui suit est la plus nombreuse et la plus complète, mais non la plus détaillée, qui ait paru jusqu'à ce jour sur le même sujet. Il a semblé qu'il valait mieux l'étendre au plus grand nombre possible de cas différents que de la développer, entre des limites plus restreintes, pour des valeurs d'éléments variables plus rapprochées les unes des autres. Ainsi ces tables ne donnent les superficies de déblais et de remblais, et les largeurs prises par les routes, que pour des cotes de $0^m,20$ en $0^m,20$ sur l'axe, et pour des inclinaisons du terrain naturel de 0,050 en 0,050. Mais aussi elles s'étendent aux gabarits compris entre 4 et 12 mètres, et notamment à ceux de 4, 5, 6 et 11 mètres, qui n'avaient point encore été calculés. Les tables des largeurs, celles qui servent à abréger les calculs relatifs au règlement des pentes et rampes et au pavage, sont aussi complétement inédites.

Pour nous justifier d'avoir procédé ainsi, nous n'avons besoin que de citer un passage de l'ouvrage auquel notre travail fait suite : « ..... Le bas prix des déblais et des remblais, » le peu d'influence qu'auraient sur un tracé des erreurs d'évaluations dans les cubages, » les causes d'inexactitudes et d'erreurs bien plus graves qui tiennent à la nature variable » des terrains à déblayer, doivent déterminer à recourir aux méthodes les plus courtes » pour calculer sommairement les déblais et remblais, afin d'avoir plus de temps à » donner aux autres questions plus essentielles du tracé des routes. » (Tome I, pag. 221.)

Il est donc certain que, si quelques-unes de nos tables ne sont pas assez développées pour convenir à la rédaction détaillée des projets rédigés par les ingénieurs, qui, d'ailleurs, ont entre les mains la collection de celles que l'administration des ponts et

chaussées a fait publier, elles pourront fournir des indications utiles pour l'étude des avant-projets ; et elles suffiront à toutes les exigences du service des agents-voyers, dans les projets qui concernent les chemins vicinaux de petite communication.

Les nombres des tables des superficies pour les gabarits de 8 et de 10 mètres, et ceux de la table de triangles ont été empruntés aux tables lithographiées calculées sous la direction de M. l'ingénieur en chef Coriolis. Toutes nos autres tables ont été calculées directement et vérifiées avec soin.

L'*instruction pratique* qui commence notre appendice a été mise à la portée des employés les moins familiarisés avec la science du calcul. Nous renvoyons d'ailleurs à l'ouvrage de Sganzin pour les développements relatifs à la cubature des solides de déblai et de remblai, dont nous n'avions pas à nous occuper.

Enfin, nous avons consacré quatre *notes* à des développements qui nous ont paru de nature à intéresser quelques lecteurs.

# INSTRUCTION PRATIQUE

## POUR L'USAGE DES TABLES.

1. L'un des éléments les plus importants du projet relatif à l'ouverture d'une voie de communication d'une nature quelconque, est la détermination du volume des terres à mettre en mouvement pour l'exécution de ce projet. Éléments nécessaires au calcul des terrassements.

Cette détermination exige un calcul spécial, connu sous le nom de *calcul des terrassements*.

2. Lorsque l'on a rapporté le profil en long pris sur le terrain naturel suivant l'axe de la voie de communication à ouvrir, et que l'on a arrêté le nouveau profil en long que l'on veut donner à cette voie, on connaît, en chacun des points du tracé, la hauteur dont cette voie, après l'exécution des terrassements, sera exhaussée au-dessus ou abaissée au-dessous du terrain naturel. Les nombres qui expriment en mètres et subdivisions du mètre les exhaussements et les abaissements portent respectivement les noms de *cotes de déblai* et de *cotes de remblai*.

3. Des profils en travers, perpendiculaires à l'axe du profil en long, font connaître la forme du terrain naturel à gauche et à droite de cet axe; et lorsque l'on a adopté un profil en travers ou gabarit particulier pour la voie de communication à ouvrir, en dessinant ce gabarit dans la position indiquée par la cote de déblai ou de remblai, sur les figures des profils en travers du terrain naturel, on obtient une représentation graphique des *superficies de déblai et de remblai* qui correspondent à ces profils.

C'est de la mesure de ces superficies que l'on déduit immédiatement les *volumes de déblai et de remblai* par des calculs très-simples.

4. Mais il arrive très-souvent qu'il n'est pas nécessaire de dessiner les profils en travers du terrain naturel et de l'ouvrage projeté pour connaître la valeur des superficies de déblai et de remblai.

Il suffit, pour cela, que le terrain naturel ait une inclinaison sensiblement uniforme sur la largeur occupée par la moitié de la route, soit à gauche, soit à droite de l'axe. Car on a des *formules* ou règles générales au moyen desquelles on trouve les superficies de déblai et de remblai qui correspondent à une cote et à une inclinaison du terrain naturel déterminées.

Ces formules elles-mêmes ont été réduites, de différentes manières, en tables dont l'usage pourra souvent épargner un temps considérable, puisque l'on se trouve dispensé de dessiner les profils en travers, travail qui n'exige jamais moins d'un quart-d'heure par profil.

Disposition et usage des tables des superficies de déblai et de remblai.

5. Les tables des superficies de déblai et de remblai qui occupent ci-après les pages 1 à 20 s'appliquent à tous les gabarits de routes ou de chemins, croissant de mètre en mètre depuis 4 jusqu'à 12 mètres de largeur entre les arêtes extérieures des accotements. Elles ont été construites pour les gabarits représentés dans les figures 1 à 9 et définis par les conditions suivantes :

Le gabarit se compose, de chaque côté de l'axe, d'une droite horizontale passant par les arêtes extérieures des accotements, et d'un fossé avec talus de déblai, ou d'un talus de remblai ;

Les talus des fossés et des déblais sont inclinés à un de base pour un de hauteur ; ceux des remblais sont à trois de base pour deux de hauteur ;

Toutes les fois que le déblai à creuser pour la confection du fossé se réduirait à un triangle, le fossé est supprimé et remplacé par un talus de remblai ;

La largeur du fossé, mesurée *en gueule*, à la hauteur de l'horizontale passant par les arêtes extérieures des accotements, est triple de sa profondeur prise au-dessous de cette même horizontale, et triple aussi de sa largeur au fond.

Les tables des profils de 4, 5 et 6 mètres de largeur, qui s'appliquent particulièrement aux chemins vicinaux, ont été calculées pour des fossés d'un mètre seulement en gueule. Pour tous les autres profils on a supposé $1^m,50$ de largeur aux fossés.

6. Cela posé, on remarquera que, lorsqu'il s'agit de chercher dans les tables une superficie de déblai ou de remblai pour un demi-profil en travers, la cote sur l'axe peut être en déblai ou remblai, et que l'inclinaison du terrain naturel, dans ce demi-profil, peut aller soit en *montant* à partir de l'axe, auquel cas elle est dite en *rampe ;* soit en *descendant*, ou en *pente*.

Chacune des tables relatives à un profil de route est donc divisée en quatre parties, correspondant respectivement aux quatre cas suivants :

1° Terrain en *rampe,* cote en *déblai* sur l'axe ;
2° Terrain en *rampe,* cote en *remblai* sur l'axe ;
3° Terrain en *pente,* cote en *déblai* sur l'axe ;
4° Terrain en *pente,* cote en *remblai* sur l'axe.

De petites figures tracées en haut et à gauche de chacun des cadres correspondant à ces quatre cas, facilitent le choix que l'on doit faire, et préviennent les erreurs que l'on commettrait en cherchant dans une des quatre parties de la table autre que celle qui correspond à la cote et à l'inclinaison que l'on considère.

Enfin on trouve ces superficies de déblai et de remblai exprimées en mètres carrés et en centièmes de mètre carré, à la rencontre des colonnes verticales en haut desquelles sont placées les valeurs des inclinaisons du terrain naturel, avec les lignes horizontales qui commencent par les cotes de déblai et de remblai sur l'axe. On n'a d'ailleurs fait varier les valeurs des inclinaisons (1) que de 0,050 en 0,050 depuis 0,000 jusqu'à 0,250, et les valeurs des cotes que de $0^m,20$ en $0^m,20$ depuis $0^m,00$ jusqu'à 2 mètres. On a pensé que les tables ainsi construites suffiraient, dans un grand nombre de cas, sous le rapport des limites et de l'exactitude.

Soit proposé, pour exemple, de trouver les superficies qui correspondent à un demi-profil en travers en *pente* de 0,150, et à une cote de *remblai* de $1^m,60$ sur l'axe; le gabarit étant de 6 mètres de largeur entre les arêtes extérieures des accotements.

On cherchera la table correspondant à ce profil, qui occupe les pages 6 et 7; c'est évidemment le quatrième tableau, placé au bas de la page 7, qu'il faut considérer, comme le prouvent le titre de ce tableau et la figure placée à gauche de ce titre. Cette figure indique que la ligne horizontale ——— passant par les arêtes extérieures des accotements, est en remblai au-dessus de la ligne inclinée en pente soit à gauche, soit à droite de l'axe.

Dans la partie de la table ainsi choisie, on suivra la ligne horizontale qui commence par la cote de remblai $1^m,60$ jusq'à la rencontre de la colonne verticale en tête de laquelle est placée l'inclinaison du terrain naturel 0,150; et on trouvera que la superficie de déblai correspondante est nulle, et que la superficie de remblai est égale à $9^m,55$ carrés.

On trouverait de la même manière que, pour la cote en remblai de $0^m,80$,

(1) Les valeurs de ces inclinaisons sont exprimées par des nombres abstraits, tels que 0,017, 0,350, etc., qui indiquent le rapport de la hauteur verticale à la base horizontale du triangle rectangle dont l'hypoténuse est la droite même dont on exprime ainsi l'inclinaison.

et pour une inclinaison en rampe de 0,200 du terrain naturel, le gabarit restant le même, le profil en travers donnerait une superficie de $0^m,14$ carrés en déblai et de $1^m,51$ carrés en remblai.

Calcul des plans parcellaires.

7. Le calcul des superficies des terrains à acquérir pour l'établissement d'une voie de communication nouvelle, n'a pas moins d'importance que le calcul des terrassements lui-même, si l'on compare les dépenses correspondant à ces deux éléments de l'avant-métré du projet. La mesure des parcelles prises à chacune des propriétés traversées dépendant essentiellement des largeurs totales occupées par la voie nouvelle (y compris les talus de déblai et de remblai), il est nécessaire de connaître ces largeurs en des points du profil en long suffisamment rapprochés. Or il faudrait, pour cela, avoir recours aux profils en travers dessinés à une échelle convenable, et renoncer ainsi à l'avantage que procurent les tables des superficies, si l'on n'avait pas des tables spéciales donnant immédiatement les largeurs totales prises par la nouvelle voie, à gauche ou à droite de l'axe.

Disposition et usage des tables des largeurs.

8. C'est dans ce but qu'ont été calculées les tables qui occupent ci-après les pages 21 à 30. La disposition de ces tables est la même que celle des tables de superficies de déblai et de remblai, quant à la division en quatre cas auxquels correspondent autant de tableaux ; seulement on a pu placer sur une seule page les quatre tableaux correspondant à chaque gabarit de route, tandis que chaque gabarit des autres tables exige un verso et un recto.

Ainsi, pour le gabarit de 6 mètres, le terrain naturel étant en *pente* de 0,150 d'un côté de l'axe, et la cote étant de $1^m,60$ en *remblai* sur l'axe, la largeur occupée par le chemin du même côté de l'axe sera de $6^m,97$. On la trouve dans le quatrième tableau de la page 24, à la rencontre de la ligne horizontale commençant par $1^m,60$ avec la colonne verticale en tête de laquelle se trouve le nombre 0,150.

Pour le même gabarit, on trouve qu'à un terrain en rampe de 0,200 et à une cote en remblai de $0^m,80$ sur l'axe, correspond une largeur de 4 mètres.

Applications numériques des tables des superficies et des largeurs.

9. Pour familiariser le lecteur avec le maniement des tables de superficies de déblai et de remblai et des largeurs, nous donnons ci-dessous les résultats de quelques exemples numériques.

Toutes les fois que la cote sur l'axe et l'inclinaison du terrain naturel, quoique compris entre les limites des tables, ne se trouveront pas exactement dans ces tables ; on prendra dans celles-ci les superficies et les largeurs qui correspondront à la cote et à l'inclinaison les plus rapprochées des données de la question.

| LARGEUR du profil en travers adopté. | INCLINAISON du terrain naturel en | | COTE sur l'axe en | | SUPERFICIES correspondantes de | | LARGEURS correspondantes prises par la route d'un côté de l'axe. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | rampe. | pente. | déblai. | remblai. | déblai. | remblai. | |
| m. | | | | m. | m. q | m. q | m. |
| 4,00 | 0,250 | » | » | 0,80 | 0,08 | 1,14 | 2,93 |
| | 0,050 | » | $2^m$,00 | » | 8,89 | » | 5,27 |
| | 0,000 | 0,000 | » | 0,20 | 0,06 | 0,42 | 2,80 |
| 7,00 | » | 0,150 | 0,40 | » | 0,74 | 0,06 | 4,70 |
| | » | 0,200 | 1,20 | » | 4,00 | » | 5,16 |
| | 0,250 | » | » | 1,20 | 0,33 | 2,72 | 5,06 |
| 10,00 | 0,050 | » | 1,80 | » | 15,63 | » | 8,75 |
| | 0,150 | » | » | 1,60 | » | 6,56 | 6,05 |
| | » | 0,200 | » | 2,00 | » | 22,12 | 11,43 |
| 12,00 | 0,050 | » | » | 0,60 | 0,18 | 2,72 | 7,27 |
| | 0,150 | » | » | 1,20 | 0,26 | 4,54 | 7,41 |
| | » | 0,050 | 0,20 | » | 0,70 | 0,12 | 7,33 |

Ainsi, le gabarit étant de 6 mètres, pour un terrain en rampe de 0,039 et pour une cote en remblai de $1^m$,78, on prendra dans le second tableau de la page 6 la superficie de remblai $7^{mq}$,06, qui correspond à 0,050 de rampe et à $1^m$,80 de remblai sur l'axe ; et dans le second tableau de la page 24 la largeur $5^m$,50 correspondant aux mêmes données.

Formules générales pour le calcul des superficies de déblai et de remblai et des largeurs.

10. Les tables des superficies et des largeurs comprises entre les pages 1 et 31, ne s'appliquent pas aux cas où les cotes de déblai ou de remblai sur l'axe excèdent 2 mètres, non plus qu'à ceux où l'inclinaison du terrain naturel en pente ou en rampe surpasse 0,250. Il est donc nécessaire de faire connaître ici les formules qui peuvent servir, soit au calcul de tables plus étendues, soit à l'évaluation directe des cas particuliers qui se trouveraient en dehors des limites de ces tables.

Ces formules sont renfermées dans le tableau ci-après. Elles ne s'appliquent qu'à un gabarit défini d'après les conditions du n° 5 (1).

On voit que chacun des quatre cas principaux dont il est question au n° 6 peut se subdiviser en trois au plus, de sorte qu'il y a, en tout, neuf systèmes de formules, parmi lesquels on doit choisir celui qui répond aux données de la question.

Le choix à faire est déterminé par les conditions d'inégalité qui occupent la troisième colonne à gauche du tableau.

---

(1) La démonstration de ces formules est donnée à la page XXXII.

## FORMULES GÉNÉRALES

***Relatives au calcul des superficies de déblai et de remblai et des largeurs prises par une route de chaque côté de l'axe.***

$l$ demi-largeur de la route entre les arêtes extérieures des accotements.
$l'$ distance de l'axe de la route au bas du talus intérieur du fossé.
$l''$ distance $l$ augmentée de la largeur en gueule du fossé.
F aire du fossé au-dessous de l'horizontale qui termine le profil en travers à sa partie supérieure.
$f$ largeur du fond du fossé.
$h$ profondeur du fossé.
$t$ inclinaison par mètre du talus de déblai.
$t'$ inclinaison par mètre du talus de remblai.
$d$ cote de déblai sur l'axe.
$r$ cote de remblai sur l'axe.
$p$ pente par mètre du terrain naturel à gauche ou à droite de l'axe, dans le profil en travers.
$c$ rampe ou contrepente par mètre du terrain naturel à gauche ou à droite de l'axe, dans le profil en travers.
D superficie de déblai dans le profil en travers.
R superficie de remblai dans le profil en travers.
L largeur prise par la route à gauche ou à droite de l'axe.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Terrain en *rampe* et cote en *déblai*. | $c,d$ | | 1 | $R=0$ | $D=\frac{(l''t+d)^2}{2(t-c)}-\left(\frac{l''^2t}{2}-F\right)$ | $L=\frac{l''t+d}{t-c}$ |
| Terrain en *rampe* et cote en *remblai*. | $c,r$ | $r\leqq lc$ | 2 | $R=\frac{r^2}{2c}$ | $D=\frac{(l''t-r)^2}{2(t-c)}+R-\left(\frac{l''^2t}{2}-F\right)$ | $L=\frac{l''t-r}{t-c}$ |
| | | $r>lc$ <br> $r<l'c+h$ | 3 | $R=\frac{(lt+r)^2}{2(t+c)}-\frac{l^2t}{2}$ | $D=\frac{(l''t-r)^2}{2(t-c)}+R-\left(\frac{l''^2t}{2}-F\right)$ | |
| | | $r\geqq l'c+h$ | 4 | $R=\frac{(lt'+r)^2}{2(t+c)}-\frac{l^2t'}{2}$ | $D=0$ | $L=\frac{lt'+r}{t'+c}$ |
| Terrain en *pente* et cote en *déblai*. | $p,d$ | $d\geqq lp$ | 5 | $R=0$ | $D=\frac{(l''t+d)^2}{2(t+p)}-\left(\frac{l''^2t}{2}-F\right)$ | $L=\frac{l''t+d}{t+p}$ |
| | | $d<lp$ <br> $d+h>(l'+f)p$ | 6 | $R=\frac{(lt-d)^2}{(2t-p)}+\frac{d^2}{2p}-\frac{l^2t}{2}$ | $D=\frac{(l''t+d)^2}{2(t+p)}+R-\left(\frac{l''^2t}{2}-F\right)$ | |
| | | $d+h\leqq(l'+f)p$ | 7 | $R=\frac{(lt'-d)^2}{2(t'-p}+\frac{d^2}{2p}-\frac{l^2l'}{2}$ | $D=\frac{d^2}{2p}$ | $L=\frac{lt'-d}{t'-p}$ |
| Terrain en *pente* et cote en *remblai*. | $p,r$ | $r+(l'+f)p<h$ | 8 | $R=\frac{(lt+r)^2}{2(t-p)}-\frac{l^2t}{2}$ | $D=\frac{(l''t-r)^2}{2(t+p)}+R-\left(\frac{l''^2t}{2}-F\right)$ | $L=\frac{l''t-r}{t+p}$ |
| | | $r+(l'+f)p\geqq h$ | 9 | $R=\frac{(lt'+r^2)}{2(t'-p)}-\frac{l^2t'}{2}$ | $D=0$ | $L=\frac{lt'+r}{t-p}$ |

Mais pour appliquer ces conditions d'inégalité aussi bien que les formules elles-mêmes, il faut commencer par substituer aux lettres qu'elles renferment les valeurs numériques de ces lettres pour le cas particulier que l'on considère.

11. C'est dans le but de faciliter cette substitution que l'on a réuni, dans la table suivante, les valeurs numériques des constantes qui entrent dans les formules. Cette table s'étend à des gabarits assez nombreux pour que l'on y trouve presque toutes les données nécessaires à la pratique.

### TABLE DES VALEURS NUMÉRIQUES,

*des constantes qui entrent dans les formules pour différents profils de routes.*

| $l$ | $l'$ | $l''$ | F | $f$ | $h$ | $t$ | $t'$ | $l'+f$ | $lt$ | $lt'$ | $l''t$ | $\frac{l''^2t}{2}-F$ | $\frac{l^2t}{2}$ | $\frac{l^2t'}{2}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| m | m | m | m.q | m | m | | | m | m | m | m | m.q | m.q | m.q |
| 1,50 | 1,67 | 2,00 | 0,056 | 0,17 | 0,17 | 1 | $\frac{2}{3}$ | 1,83 | 1,50 | 1,00 | 2,00 | 1,944 | 1,125 | 0,750 |
| 1,50 | 1,78 | 2,33 | 0,153 | 0,28 | 0,28 | 1 | $\frac{2}{3}$ | 2,05 | 1,50 | 1,00 | 2,33 | 2,568 | 1,125 | 0,750 |
| 1,50 | 1,83 | 2,50 | 0,222 | 0,33 | 0,33 | 1 | $\frac{2}{3}$ | 2,17 | 1,50 | 1,00 | 2,50 | 2,903 | 1,125 | 0,750 |
| 2,00 | 2,33 | 3,00 | 0,222 | 0,33 | 0,33 | 1 | $\frac{2}{3}$ | 2,67 | 2,00 | 1,33 | 3,00 | 4,278 | 2,000 | 1,333 |
| 2,00 | 2,50 | 3,50 | 0,500 | 0,50 | 0,50 | 1 | $\frac{2}{3}$ | 3,00 | 2,00 | 1,33 | 3,50 | 5,625 | 2,000 | 1,333 |
| 2,50 | 3,00 | 4,00 | 0,500 | 0,50 | 0,50 | 1 | $\frac{2}{3}$ | 3,50 | 2,50 | 1,67 | 4,00 | 7,500 | 3,125 | 2,083 |
| 3,00 | 3,50 | 4,50 | 0,500 | 0,50 | 0,50 | 1 | $\frac{2}{3}$ | 4,00 | 3,00 | 2,00 | 4,50 | 9,625 | 4,500 | 3,000 |
| 3,50 | 4,00 | 5,00 | 0,500 | 0,50 | 0,50 | 1 | $\frac{2}{3}$ | 4,50 | 3,50 | 2,33 | 5,00 | 12,000 | 6,125 | 4,083 |
| 4,00 | 4,50 | 5,50 | 0,500 | 0,50 | 0,50 | 1 | $\frac{2}{3}$ | 5,00 | 4,00 | 2,67 | 5,50 | 14,625 | 8,000 | 5,333 |
| 4,50 | 5,00 | 6,00 | 0,500 | 0,50 | 0,50 | 1 | $\frac{2}{3}$ | 5,50 | 4,50 | 3,00 | 6,00 | 17,500 | 10,125 | 6,750 |
| 5,00 | 5,50 | 6,50 | 0,500 | 0,50 | 0,50 | 1 | $\frac{2}{3}$ | 6,00 | 5,00 | 3,33 | 6,50 | 20,625 | 12,500 | 8,333 |
| 5,50 | 6,00 | 7,00 | 0,500 | 0,50 | 0,50 | 1 | $\frac{2}{3}$ | 6,50 | 5,50 | 3,67 | 7,00 | 24,000 | 15,125 | 10,083 |
| 6,00 | 6,50 | 7,50 | 0,500 | 0,50 | 0,50 | 1 | $\frac{2}{3}$ | 7,00 | 6,00 | 4,00 | 7,50 | 27,625 | 18,000 | 12,000 |
| 6,00 | 6,67 | 8,00 | 0,889 | 0,67 | 0,67 | 1 | $\frac{2}{3}$ | 7,33 | 6,00 | 4,00 | 8,00 | 31,111 | 18,000 | 12,000 |
| 6,50 | 7,17 | 8,50 | 0,889 | 0,67 | 0,67 | 1 | $\frac{2}{3}$ | 7,83 | 6,50 | 4,33 | 8,50 | 35,236 | 21,125 | 14,083 |
| 7,00 | 7,67 | 9,00 | 0,889 | 0,67 | 0,67 | 1 | $\frac{2}{3}$ | 8,33 | 7,00 | 4,67 | 9,00 | 39,611 | 24,500 | 16,333 |
| 7,50 | 8,17 | 9,50 | 0,889 | 0,67 | 0,67 | 1 | $\frac{2}{3}$ | 8,83 | 7,50 | 5,00 | 9,50 | 44,236 | 28,125 | 18,750 |
| 8,00 | 8,67 | 10,00 | 0,889 | 0,67 | 0,67 | 1 | $\frac{2}{3}$ | 9,33 | 8,00 | 5,33 | 10,00 | 49,111 | 32,000 | 21,333 |

Application des formules générales.

12. S'agit-il, par exemple, de déterminer le système de formules applicable à un projet de route de 10 mètres de largeur entre les arêtes extérieures des accotements, avec fossés de $1^m,50$ de largeur en gueule, et de

$0^m,50$ de profondeur, les talus de déblai et de remblai ayant leurs inclinaisons respectives ordinaires, savoir 1 de base sur 1 de hauteur, et 3 de base sur 2 de hauteur ?

On trouvera dans la table susdite les valeurs suivantes, qui occupent la ligne horizontale commençant par le nombre 5,00 :

| | | |
|---|---|---|
| $l = 5^m,00$ | $h = 0^m,50$ | $lt' = 3^m,333.$ |
| $l' = 5^m,50$ | $t = 1,$ | $l''t = 6^m,50.$ |
| $l'' = 6^m,50$ | $t' = \frac{2}{3},$ | $\frac{l''^2t}{2} - F = 20^{m.q},625$ |
| $F = 0^{m.q},500$ | $l' + f = 6^m,00$ | $\frac{l^2t}{2} = 12^{m.q},500$ |
| $f = 0^m,50$ | $lt = 5^m,00$ | $\frac{l^2t'}{2} = 8^{m.q},333$ |

et il en résultera le tableau suivant pour les formules relatives au profil ci-dessus défini.

*Tableau des formules relatives au profil de 10 mètres de largeur.*

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Terrain en *rampe* et cote en *déblai.* | $c,d$ | | 1 | $R=0$ | $D=\frac{(6,50+d)^2}{2(1-c)}-20,625$ | $L=\frac{6,50+d}{1-c}$ |
| Terrain en *rampe* et cote en *remblai.* | $c,r$ | $r \leqq 5c$ | 2 | $R=\frac{r^2}{2c}$ | $D=\frac{(6,50-r)^2}{2(1-c)}+R-20,625$ | $L=\frac{6,50-r}{1-c}$ (lignes 2 et 3) |
| | | $r > 5c$, $r < 5,50c+0,50$ | 3 | $R=\frac{(5,00+r)^2}{2(1+c)}-12,500$ | $D=\frac{(6,50-r)^2}{2(1-c)}+R-20,625$ | |
| | | $r \leqq 5,50c+0,50$ | 4 | $R=\frac{(3,33+r)^2}{2(\frac{2}{3}+c)}-8,333$ | $D=0$ | $L=\frac{3,33+r}{\frac{2}{3}+c}$ |
| Terrain en *pente* et cote en *déblai.* | $p,d$ | $d \geqq 5p$ | 5 | $R=0$ | $D=\frac{(6,50+d)^2}{2(1+p)}-20,625$ | $L=\frac{6,50+d}{1+p}$ (lignes 5 et 6) |
| | | $d < 5p$, $d+0,50 > 6p$ | 6 | $R=\frac{(5,00-d)^2}{2(1-p)}+\frac{d^2}{2p}-12,500$ | $D=\frac{(6,50+d)^2}{2(1+p)}+R-20,625$ | |
| | | $d+0,50 \leqq 6p$ | 7 | $R=\frac{(3,33-d)^2}{2(\frac{2}{3}-p)}+\frac{d^2}{2p}-8,333$ | $D=\frac{d^2}{2p}$ | $L=\frac{3,33-d}{\frac{2}{3}-p}$ |
| Terrain en *pente* et cote en *remblai.* | $p,r$ | $r+6p < 0,50$ | 8 | $R=\frac{(5,00+r)^2}{2(1-p)}-12,500$ | $D=\frac{(6,50-r)^2}{2(1+p)}+R-20,625$ | $L=\frac{6,50-r}{1+p}$ |
| | | $r+6p \geqq 0,50$ | 9 | $R=\frac{(3,33+r)^2}{2(\frac{2}{3}-p)}-8,333$ | $D=0$ | $L=\frac{3,33+r}{\frac{2}{3}-p}$ |

Le calcul des superficies de déblai et de remblai et des largeurs correspondant à un certain profil en travers, ne dépend plus alors que de la cote de déblai *d* ou de remblai *r* sur l'axe du projet, et que de l'inclinaison en pente *p* ou contre-pente *c* du terrain naturel de chaque côté de l'axe.

Ainsi, en prenant pour les données de la question une cote nulle sur l'axe et une inclinaison du terrain naturel de 0,039 en pente, on entrera avec les éléments ou *arguments* $p = 0{,}039$ et $r = 0$ dans la seconde colonne du tableau ; et comme on a $0{,}039 \times 6$ ou 0,234 moindre que 0.50, l'inégalité $r+6p<0{,}50$ est satisfaite ; c'est le système de formules désigné par le chiffre 8 dans le tableau, qu'il faut appliquer ici. On aura donc, en substituant dans ces formules les valeurs de *p* et de *r*,

Pour le remblai. . . $R = \dfrac{(5{,}00)^2}{2(1-0{,}039)} - 12^{m.q},500,$

Pour le déblai . . . $D = \dfrac{\overline{6{,}50}^2}{2(1+0{,}039)} + R - 20^{m.q},625$

Pour la largeur. . . $L = \dfrac{6{,}50}{1+0{,}039},$

expressions qui ne renferment plus que des nombres, et dont les résultats, faciles à calculer, seront des mètres carrés pour R et pour D, et des mètres linéaires pour L.

**Disposition et usage des tables auxiliaires pour abréger le calcul de ces formules.**

13. Mais les tables auxiliaires qui occupent les pages 33 à 52 fournissent le moyen d'obtenir ces résultats numériques bien plus promptement que par les procédés de calcul ordinaires. Il suffit d'avoir sous les yeux le tableau des formules concernant le gabarit adopté, et d'avoir choisi, dans ce tableau, le système des formules correspondant au cas que l'on considère.

Pour obtenir d'abord dans la *table des numérateurs,* qui occupe les pages 33 à 47, les valeurs correspondant à ces numérateurs $(5^m,00+r)^2$, $(6^m,50-r)^2$, $6^m,50-r$, on cherchera dans une des colonnes verticales commençant par 5,00 et par 6,50, jusqu'à ce qu'on y trouve le nombre *r*. Dans le cas de $r = 0{,}00$, cela a lieu à la dernière ligne de la page 37 pour $5^m,00+r$, et à la trentième ligne de la page 39 pour $6^m,50-r$. On suit alors la ligne horizontale sur laquelle est placée cette valeur de *r*, en allant de droite à gauche, jusqu'à la rencontre de la colonne verticale,

en tête de laquelle est la désignation Log $y^2$ ; et on y prend dans cette colonne le nombre que l'on y trouve, savoir :

| | |
|---|---|
| Pour $(5^m,00+r)^2$. . . . . . . . | 1,3979400 |
| Pour $(6^m,50-r)^2$ . . . . . . . | 1,6258267 |

Quant au nombre qui convient à $6^m,50-r$, il se trouvera dans la colonne intitulée Log $2y$ ; ce sera

| | |
|---|---|
| Pour $6^m,50-r$. . . . . . . . . | 1,1139434 |

La *table des dénominateurs* comprise entre les pages 48 et 53, fournira de même les valeurs correspondant aux dénominateurs $2(1^m-0,039)$, $2(1^m+0,039)$. En cherchant dans la première colonne à gauche, intitulée $x$, on ne trouve pas, il est vrai, le nombre 0,039, mais on prend 0,040 qui en approche le plus, à la huitième ligne de la page 48 ; et on suit alors la ligne horizontale commençant par 0,40, jusqu'à la rencontre de la colonne verticale en tête de laquelle sont les indications

$$\text{Log. } 2(1-x) \quad \text{et} \quad \text{Log. } 2(1+x) :$$

on trouve ainsi les nombres

$$0,2833012 \quad \text{et} \quad 0,3180633.$$

Ces nombres obtenus, on retranche celui qui correspond à chaque dénominateur, du nombre que l'on a trouvé pour le numérateur de la fraction, et l'on a

| | | | |
|---|---|---|---|
| + . . . . | 1,3979400, | 1,6258267, | 1,1139434 |
| — . . . . | 0,2833012, | 0,3180633, | 0,3180633 |
| Restes . . | 1,1146388, | 1,3077634, | 0,7958801 |

On revient alors à la table des numérateurs, et on cherche dans la colonne intitulée Log $y$ ou dans la colonne intitulée Log $2y$, les nombres les plus rapprochés de ces restes, pour prendre : les nombres placés à côté dans la colonne $y$, dans le premier cas ; et les doubles de ces nombres, dans le second.

Or, 1,1146388 est compris entre 1,1139434 et 1,1156105 placés à la

page 44, dans la colonne Log $y$; on prendra donc 13,00 qui est à côté de 1,1139434 dans cette colonne.

1,3077634 est en dehors des limites de la colonne Log $y$; mais on trouve que le nombre qui s'en rapproche le plus est 1,3074960 qui occupe la seconde ligne de la colonne Log $2y$, à la page 42. On prendra donc 20,30, double de 10,15 placé dans la colonne $y$, sur la même ligne.

Enfin 0,7958800, qui est presque identique au reste 0,7958801, est le nombre de la colonne Log $y$, auquel correspond 6,25 dans la colonne $y$.

Cela posé, $13^{m.q},00$ est précisément la valeur approchée de l'expression $\frac{(5,00)^2}{2(1-0,039)}$, et il suffit d'en retrancher la constante $12^{m.q},50$ pour avoir la valeur $0^{m.q},50$ de la superficie de remblai; $20^{m.q},30$ est la valeur approchée de $\frac{\overline{6,50}^2}{2(1+0,039)}$, en ajoutant $0^{m.q},50$ ou R à 20,30, on a $20^{m.q},80$, d'où retranchant $20^{m.q},62$ reste $0^{m.q},18$ pour la valeur de D.

Enfin $6^m,25$ est la largeur prise par la route du côté de l'axe où se trouve le demi-profil en travers que nous avons considéré.

Cet exemple a été choisi, à dessein, parmi les plus compliqués que l'on puisse rencontrer dans la pratique. Il suffit pour faire ressortir tout l'avantage que présente l'emploi des tables auxiliaires, lorsqu'il s'agit d'obtenir les résultats numériques des formules.

14. On remarquera que, dans les diverses colonnes de la table des numérateurs, à partir de la quatrième, il y a toujours, à la partie supérieure et à la partie inférieure, un signe + ou un signe — qui se rapporte à tous les nombres placés au-dessous ou au-dessus; un gros trait sépare les nombres affectés du signe + de ceux qui sont affectés du signe — dans une même colonne. Il sera donc facile d'éviter toute méprise, et de ne pas confondre, dans l'usage de cette table, les nombres tels que $6^m,50 + d$ avec $6^m,50 - d$.

15. Les colonnes intitulées Log $y$, Log $2y$ et Log $y^2$, à la table des numérateurs; Log $2x$, Log $2\left(\frac{1}{2} - x\right)$, Log $2\left(\frac{2}{3} - x\right)$, à la table des dénominateurs, renferment des nombres dont la partie entière est affectée du signe — placé au-dessus. Ce signe indique que cette partie entière seule doit être retranchée, lorsque le nombre dont elle fait partie est combiné avec d'autres par voie d'addition, et qu'il faut l'ajouter, au contraire, quand le nombre doit être soustrait. Si le résultat final, obtenu d'après

cette règle, renferme une partie entière affectée du signe + ou du signe —, on cherchera, dans la colonne $y$, le nombre qui correspond seulement à la quantité décimale prise dans la colonne Log $y$ ou Log $2y$, ainsi qu'on l'a expliqué au nº 13, et on reculera la virgule décimale de ce nombre d'autant de rangs vers la droite ou vers la gauche, que la partie entière affectée du signe + ou du signe — renferme d'unités de plus que cette quantité décimale.

Prenons pour exemple le calcul des expressions

$$\frac{(1,33-0,88)^2}{2(\frac{2}{3}-0,225)},\quad \frac{(8,50+7,15)^2}{2(1-0,265)}.$$

Les nombres correspondant aux numérateurs sont

$$\bar{1},3064250 \quad \text{et} \quad 2,3608252;$$

les nombres correspondant aux dénominateurs sont

$$\bar{1},9461230 \quad \text{et} \quad 0,1673173.$$

En retranchant respectivement les nombres inférieurs des supérieurs on trouve les restes

$$\bar{1},3603020 \quad \text{et} \quad 2,1935079.$$

Les nombres les plus approchés sont

$$0,3617278 \quad \text{et} \quad 1,1931246,$$

qui, dans la colonne Log $y$, correspondent respectivement à

$$2,30 \quad \text{et à} \quad 15,60.$$

Les valeurs cherchées, en avançant la virgule d'un rang à gauche pour la première et d'un rang à droite pour la seconde, sont donc

$$0,230 \quad \text{et} \quad 156,0.$$

Résumé pratique.

16. Lorsque l'on voudra employer les tables auxiliaires de numérateurs et de dénominateurs au calcul des superficies de remblai et de déblai, d'un gabarit déterminé, on commencera par dresser pour ce gabarit un tableau des neuf formules qui y sont applicables, en substituant dans les formules générales du nº 10 les valeurs numériques des

constantes relatives à ce gabarit. On trouvera ordinairement ces valeurs dans la table du n° 12, si ce n'est lorsque les inclinaisons des talus de déblai et de remblai seront différentes de 1 et de $\frac{2}{3}$; dans tous les cas ces valeurs seront faciles à calculer.

Ayant sous les yeux le tableau des neuf systèmes de formules relatifs au gabarit que l'on considère, on cherchera pour chaque demi-profil en travers déterminé, quel est le système applicable, d'après la relation d'inégalité qui existe entre l'inclinaison du terrain naturel, et la cote en déblai ou en remblai sur l'axe; enfin on calculera, au moyen des tables auxiliaires de numérateurs et de dénominateurs, les valeurs numériques données par chaque formule.

Application détaillée des tables de numérateurs et de dénominateurs.

**17.** Pour éclaircir complétement ce sujet, il a paru utile de donner ici une application complète et détaillée des principes précédents au calcul des superficies de déblai et de remblai d'un projet de route. La planche II représente le profil en long sur 611 mètres de longueur, et les 17 premiers profils en travers d'une route à ouvrir sur un coteau escarpé. Les parties hachées sont en déblai, et les parties pointillées en remblai. Les différents éléments du profil en long sont cotés suivant les notations ordinaires. Les profils en travers pour lesquels le terrain naturel est constamment régulier des deux côtés de l'axe, sont complétement définis par les cotes de déblai ou de remblai sur l'axe, par le gabarit adopté pour la route, et par les valeurs attribuées à l'inclinaison du terrain naturel de chaque côté de l'axe : $p$ indiquant une pente, et $c$ une contre-pente ou rampe, exprimées en millimètres par mètre, ou en millièmes de la base. Ainsi, par exemple, au-dessous du profil 12, on voit que le côté gauche descend suivant une pente 0,190, et que le côté droit monte suivant une rampe de 0,320. La cote sur l'axe étant de $0^m,52$ en déblai, le profil en travers sera défini, suivant les notations adoptées par les quantités $p=0,190$, $c=0,320$, $d=0^m,52$; et par le gabarit adopté, aussi bien que par le dessin qui le représente. Pour le gabarit on a pris celui de 10 mètres, auquel sont applicables les formules du n° 12.

Les calculs suivants sont disposés de manière à pouvoir être facilement suivis, surtout si l'on se reporte aux explications et aux exemples des n$^{os}$ 13, 14 et 15. Il y a lieu de faire observer qu'en employant exclusivement les tables de numérateurs et de dénominateurs, on n'opère qu'avec une approximation qui ne s'étend pas toujours jusqu'au chiffre des dixièmes, et qui affecte souvent ce chiffre. C'est ainsi que, dans le calcul

du profil 1, on trouve $D=0^{m.q},475$ au lieu de la valeur exacte $D=0^{m.q},500$. Il n'en résultera aucun inconvénient aux yeux des personnes qui savent apprécier les limites de l'exactitude désirable dans un projet de route.

D'ailleurs, on pourra obtenir souvent une plus grande approximation en prenant dans la colonne $y$ ou dans la colonne $2y$ de la table des numérateurs, un nombre intermédiaire convenable entre les valeurs de ceux que l'on peut choisir dans la table. Ainsi, dans le calcul de la superficie de déblai du côté gauche du profil 6, si l'on cherche à quel nombre correspond dans la colonne $y$ le nombre 0,7346414, on trouve que celui-ci est compris entre 0,7323938 et 0,7363965, dans la colonne Log $y$, et qu'il en est à peu près également distant; le nombre donné étant 1,7346414, on prendra, pour la valeur de $y$, 54,25 moyenne arithmétique, à la virgule près, entre 5,40 et 5,45 qui correspondent respectivement, dans la colonne $y$, à 0,7323938 et à 0,7363965.

| **CÔTÉ GAUCHE.** | | **CÔTÉ DROIT.** | |
|---|---|---|---|
| | **PROFIL 1.** | | |
| $d=0$, $e=0{,}00$ | Formules 1. | $d=0$, $e=0{,}00$ | Formules 1. |
| $R=0$ | | $R=0$ | |
| Log $(6^m,50+0)^2=1{,}6258267$ | | | |
| Log $2(1-0)=0{,}3010300$ | | | |
| $1{,}3247967=$ Log $\overset{m.q}{21{,}100}$ | | | |
| $20{,}625$ | | | |
| $0{,}475=D$ | | | $\overset{m.q}{0{,}475}=D$ |
| Log $2\times6{,}50=1{,}1139434$ | | | |
| Log $2(1-0)=0{,}3010300$ | | | |
| $0{,}8129134=$ Log $\overset{m}{6{,}50}=L$ | | | $\overset{m}{6{,}50}=L$ |
| | **PROFIL 2.** | | |
| $d=\overset{m}{0{,}45}$, $p=0{,}021$, $d>5p$ | Formules 5. | $d=\overset{m}{0{,}45}$, $p=0{,}033$, $d>5p$ | Formules 5. |
| $R=0$ | | $R=0$ | |
| Log $(6{,}50+0{,}45)^2=1{,}6839696$ | | Log $(6{,}50+0{,}45)^2=1{,}6839696$ | |
| Log $2(1+0{,}020)=0{,}3096302$ | | Log $2(1+0{,}035)=0{,}3159703$ | |
| $1{,}3743394=$ Log $\overset{m.q}{23{,}700}$ | | $1{,}3679993=$ Log $\overset{m.q}{23{,}300}$ | |
| $20{,}625$ | | $20{,}625$ | |
| $\overset{m.q}{3{,}075}=D$ | | $\overset{m.q}{2{,}675}=D$ | |
| Log $2(6{,}50+0{,}45)=1{,}1431848$ | | Log $2(6{,}50+0{,}45)=1{,}1431848$ | |
| Log $2(1+0{,}020)=0{,}3096302$ | | Log $2(1+0{,}035)=0{,}3159703$ | |
| $0{,}8335546=$ Log $\overset{m}{6{,}80}=L$ | | $0{,}8272145=$ Log $\overset{m}{6{,}70}=L$ | |

## PROFIL 3.

### CÔTÉ GAUCHE.

$d = 0{,}30^{m}$, $p = 0{,}013$ $d > 5p$ Formules 5.
R=0
Log $(6{,}50+0{,}30)^2$ =1,6650178
Log 2(1+0,015) =0,3074960
1,3575218=Log $22{,}800^{m.q}$
20,625
2,175=D
Log 2(6,50+0,30) =1,1335389
Log 2(1+0,015) =0,3074960
0,8260429=Log $6{,}700^{m}$=L

### CÔTÉ DROIT.

$d = 0{,}30^{m}$, $c = 0{,}022$ Formules 1.
R=0
Log $(6{,}50+0{,}30)^2$ =1,6650178
Log 2(1—0,020) =0,2922561
1,3727617=Log $23{,}600^{m.q}$
20,625
2,975=D
Log 2(6,50+0,30) =1,1335389
Log 2(1—0,020) =0,2922561
0,8412828=Log $6{,}95^{m}$ =L

## PROFIL 4.

### CÔTÉ GAUCHE.

$r = 0$, $p = 0{,}039$ $r + 6p < 0{,}50$ Formules 8.
Log $(5{,}00+0)^2$ =1,3979400
Log 2(1—0,040) =0,2833012
1,1146388=Log $13{,}000^{m.q}$
12,500
0,500=R
Log $(6{,}50-0)^2$ =1,6258267
Log 2(1+0,040) =0,3180633
1,3077634=Log 20,300
0,500
20,800
20,625
0,175=D
Log 2(6,50—0) =1,1139434
Log 2(1+0,040) =0,3180633
0,7958801=Log 6,25 =L

### CÔTÉ DROIT.

$r = 0$, $c = 0{,}060$ Formules 1.
R=0
Log $(6{,}50+0)^2$ =1,6258267
Log 2(1—0,060) =0,2741578
1,3516689=Log $22{,}500^{m.q}$
20,625
1,875=D
Log 2(6,50+0) =1,1139434
Log 2(1—0,060) =0,2741578
0,8397856=Log $6{,}90^{m}$ =L

## PROFIL 5.

### CÔTÉ GAUCHE.

$d = 2{,}07^{m}$, $c = 0$ Formules 1
R=0
Log $(6{,}50+2{,}05)^2$ =1,8639322
Log 2(1—0) =0,3010300
1,5629022=Log $36{,}500^{m.q}$
20,625
15,875=D
Log 2(6,50+2,05) =1,2329961
Log 2(1—0) =0,3010300
0,9319661=Log $8{,}550^{m}$=L

### CÔTÉ DROIT.

$d = 2{,}07^{m}$, $p = 0{,}039$ $d > 5p$ Formules 5.
R=0
Log $(6{,}50+2{,}05)^2$ =1,8639322
Log 2(1+0,040) =0,3180633
1,5458689=Log $35{,}300^{m.q}$
20,625
14,675=D
Log 2(6,50+2,05) =1,2329961
Log 2(1+0,040) =0,3180633
0,9149328=Log $8{,}20^{m}$ =L

## CÔTÉ GAUCHE. — CÔTÉ DROIT.

### PROFIL 6.

**Côté gauche.**

$d=4^{m},12$, $p=0,035$ $d>5p$ **Formule 5.**
R=0
Log $(6,50+4,10)^2$=2,0506117
Log 2 (1+0,035) =0,3159703

1,7346414=Log $54^{m.q},250$
20,625

33,625=D

Log 2 (6,50+4,10) =1,3263359
Log 2 (1+0,035) =0,3159703

1,0103656=Log $10^{m},25$ =L

**Côté droit.**

$d=4^{m},12$, $c=0,022$ **Formule 1.**
R=0
Log $(6,50+4,10)^2$=2,0506117
Log 2 (1—0,020) =0,2922561

1,7583556=Log $57^{m.q},300$
20,625

36,675=D

Log 2 (6,50+4,10) =1,3263359
Log 2 (1—0,020) =0,2922561

1,0340798=Log $10^{m},80$ =L

### PROFIL 7.

**Côté gauche.**

$d=5^{m},03$, $p=0,008$ $d>5p$ **Formule 5.**
R=0
Log $(6,50+5,05)^2$=2,1251640
Log 2 (1+0,010) =0,3053514

1,8198126=Log $66^{m.q},000$
20,625

45,375=D

Log 2 (6,50+5,05) =1,3636120
Log 2 (1+0,010) =0,3053514

1,0582606=Log $11^{m},45$ =L

**Côté droit.**

$d=5^{m},03$, $c=0,042$ **Formule 1.**
R=0
Log $(6,50+5,05)^2$=2,1251640
Log 2 (1—0,040) =0,2833012

1,8418628=Log $69^{m.q},500$
20,625

48,875=D

Log 2 (6,50+5,05) =1,3636120
Log 2 (1—0,040) =0,2833012

1,0803108=Log $12^{m},05$ =L

### PROFIL 8.

**Côté gauche.**

$d=6^{m},06$, $p=0,039$ $d>5p$ **Formule 5.**
R=0
Log $(6,50+6,05)^2$=2,1972874
Log 2 (1+0,040) =0,3180633

1,8792241=Log $75^{m.q},750$
20,625

55,125=D

Log 2 (6,50+6,05) =1,3996737
Log 2 (1+0,040) =0,3180633

1,0816104=Log $12^{m},05$ =L

**Côté droit.**

$d=6^{m},06$, $c=0,023$ **Formule 1.**
R=0
Log $(6,50+6,05)^2$=2,1972874
Log 2 (1—0,025) =0,2900346

1,9072528=Log $80^{m.q},800$
20,625

60,175=D

Log 2 (6,50+6,05) =1,3996737
Log 2 (1—0,025) =0,2900346

1,1096391=Log $12^{m},90$ =L

### PROFIL 9.

**Côté gauche.**

$d=5^{m},34$, $p=0,026$ $d>5p$ **Formule 5.**
R=0

**Côté droit.**

$d=5^{m},34$, $c=0,029$ **Formule 1.**
R=0

## CÔTÉ GAUCHE.

Log $(6{,}50+5{,}35)^2 = 2{,}1474367$
Log $2(1+0{,}025) = 0{,}3117539$

$1{,}8356828 = \text{Log } \overset{m.q}{68{,}500}$
$20{,}625$

$47{,}875 = D$

Log $2(6{,}50+5{,}35) = 1{,}3747483$
Log $2(1+0{,}025) = 0{,}3117539$

$1{,}0629944 = \text{Log } \overset{m}{11{,}55} = L$

## CÔTÉ DROIT.

Log $(6{,}50+5{,}35)^2 = 2{,}1474367$
Log $2(1-0{,}030) = 0{,}2878017$

$1{,}8596350 = \text{Log } \overset{m.q}{72{,}250}$
$20{,}625$

$51{,}625 = D$

Log $2(6{,}50+5{,}35) = 1{,}3747483$
Log $2(1-0{,}030) = 0{,}2878017$

$1{,}0869466 = \text{Log } \overset{m}{12{,}20} = L$

### PROFIL 10.

$d = \overset{m}{3{,}28}$, $p = 0{,}016$ $d > 5p$ **Formule 5.**
$R = 0$
Log $(6{,}50+3{,}30)^2 = 1{,}9824522$
Log $2(1+0{,}015) = 0{,}3074960$

$1{,}6749562 = \text{Log } \overset{m.q}{47{,}250}$
$20{,}625$

$26{,}625 = D$

Log $2(6{,}50+3{,}30) = 1{,}2922561$
Log $2(1+0{,}015) = 0{,}3074960$

$0{,}9847601 = \text{Log } \overset{m}{9{,}65} = L$

$d = \overset{m}{3{,}28}$, $c = 0{,}050$ **Formule 1.**
$R = 0$
Log $(6{,}50+3{,}30)^2 = 1{,}9824522$
Log $2(1-0{,}050) = 0{,}2787536$

$1{,}7036986 = \text{Log } \overset{m.q}{50{,}500}$
$20{,}625$

$29{,}875 = D$

Log $2(6{,}50+3{,}30) = 1{,}2922561$
Log $2(1-0{,}050) = 0{,}2787536$

$1{,}0135025 = \text{Log } \overset{m}{10{,}35} = L$

### PROFIL 11.

$r = 0$, $p = 0{,}230$ $r + 6p > 0{,}50$ **Formule 9.**
Log $(3{,}33+0{,}02)^2 = 1{,}0500896$
Log $2(\tfrac{2}{3}-0{,}230) = \bar{1}{,}9411784$

$1{,}1089112 = \text{Log } \overset{m.q}{12{,}850}$
$8{,}333$

$4{,}517 = R$

$D = 0$
Log $2(3{,}33+0{,}02) = 0{,}8260748$
Log $2(\tfrac{2}{3}-0{,}230) = \bar{1}{,}9411784$

$0{,}8848964 = \text{Log } 7{,}675 = L$

$r = 0$, $c = 0{,}160$ **Formule 1.**
$R = 0$
Log $(6{,}50+0)^2 = 1{,}6258267$
Log $2(1-0{,}160) = 0{,}2253093$

$1{,}4005174 = \text{Log } \overset{m.q}{25{,}100}$
$20{,}625$

$4{,}475$

Log $2(6{,}50+0) = 1{,}1139434$
Log $2(1-0{,}160) = 0{,}2253093$

$0{,}8886341 = \text{Log } \overset{m}{7{,}750} = L$

### PROFIL 12.

$d = \overset{m}{0{,}520}$, $p = 0{,}190$ $d + 0{,}50 < 6p$ **Formule 7.**
Log $0{,}52^2 = \bar{1}{,}4320067$
Log $2 \times 0{,}190 = \bar{1}{,}5797836$

$\bar{1}{,}8522231 = \text{Log } \overset{m.q}{0{,}710} = D$

$d = \overset{m}{0{,}520}$, $c = 0{,}320$ **Formule 1.**
$R = 0$

## CÔTÉ GAUCHE.

Log (3,33—0,53)² =0,8943161
Log 2 ($\frac{2}{3}$—0,190) =$\bar{1}$,9792433

0,9150728=Log $\overset{m.q}{8,225}$
0,710

8,935
8,333

0,602=R

Log 2 (3,33—0,53) =0,7481880
Log 2 ($\frac{2}{3}$—0,190) =$\bar{1}$,9792433

0,7669447=Log $\overset{m}{5,875}$= L

## CÔTÉ DROIT.

Log (6,50+0,50)² =1,6301961
Log 2 (1—0,320) =0,1335389

1,5586572=Lo

Log 2 (6,50+0,50) =1,1461280
Log 2 (1—0,320) =0,1335389

1,0125891=Lo

## PROFIL 13.

$\overset{m}{r}$=2,43, p=0,350 r+6p>0,50 Formule 9.
Log (3,33+2,42)² =1,5193357
Log 2 ($\frac{2}{3}$—0,350) =$\bar{1}$,8016301

1,7177056=Log $\overset{m.q}{52,250}$
8,333

43,917=R

D=0
Log 2 (3,33+2,42) =1,0606978
Log 2 ($\frac{2}{3}$—0,350) =$\bar{1}$,8016301

1,2590677=Log $\overset{m}{18,150}$=L

$\overset{m}{r}$=2,43, c=0,270 r>5,50c+0,50
Log (3,33+2,42)² =1,5193357
Log 2 ($\frac{2}{3}$+0,270) =0,2726073

1,2467284=Lo

D=0
Log 2 (3,33+2,42) =1,0606978
Log 2 ($\frac{2}{3}$+0,270) =0,2726073

0,7880905=Lo

## PROFIL 14.

$\overset{m}{r}$=2,81, p=0,355 r+6p>0,50 Formule 9.
Log (3,33+2,82)² =1,5777502
Log 2 ($\frac{2}{3}$—0,355) =$\bar{1}$,7947180

1,7830322=Log $\overset{m.q}{60,750}$
8,333

52,417=R

D=0
Log 2 (3,33+2,82) =1,0899051
Log 2 ($\frac{2}{3}$—0,355) =$\bar{1}$,7947180

1,2951871=Log $\overset{m}{19,75}$ =L

$\overset{m}{r}$=2,81, c=0,190 r>5,50c+0,50
Log (3,33+2,82)² =1,5777502
Log 2 ($\frac{2}{3}$+0,190) =0,2338334

1,3439168=Lo

D=0
Log 2 (3,33+2,82) =1,0899051
Log 2 ($\frac{2}{3}$+0,190) =0,2338334

0,8560717=Lo

## PROFIL 15.

$\overset{m}{r}$=2,88, p=0,310, r+6p>0,50 Formule 9.
Log (3,33+2,87)² =1,5847834
Log 2 ($\frac{2}{3}$—0,310) =$\bar{1}$,8532905

1,7314929=Log $\overset{m.q}{53,800}$
8,333

45,467=R

$\overset{m}{r}$=2,88, c=0,270 r>5,50c+0,50
Log (3,33+2,87)² =1,5847834
Log 2 ($\frac{2}{3}$+0,270) =0,2726073

1,3121761=Lo

**CÔTÉ GAUCHE.** **CÔTÉ DROIT.**

*Côté gauche.*

D=0
Log 2 (3,33+2,87) =1,0934217
Log 2 ($\frac{2}{3}$—0,310) =$\bar{1}$,8532905
1,2401312=Log 17,$^{m}$400=L

*Côté droit.*

D=0
Log 2 (3,33+2,87) =1,0934217
Log 2 ($\frac{2}{3}$+0,270) =0,2726073
0,8208144=Log $^{m}$6,63 =L

## PROFIL 16.

*Côté gauche.*

$r$=0,$^{m}$78, $p$=0,181 $r+6p>0,50$ Formule 9.
Log (3,33+0,77)² =1,2255677
Log 2 ($\frac{2}{3}$—0,180) =$\bar{1}$,9882601
1,2373076=Log 17,$^{m.q}$275
8,333
8,942

D=0
Log 2 (3,33+0,77) =0,9138138
Log 2 ($\frac{2}{3}$—0,180) =$\bar{1}$,9882601
0,9255537=Log $^{m}$8,425=L

*Côté droit.*

$r$=0,$^{m}$78, $c$=0,127, $r>5c$, $r<5,50c+050$ Formule 3.
Log (5,00+0,80)² =1,5268560
Log 2 (1+130) =0,3541084
1,1727476=Log 14,$^{m.q}$90
12,50
2,40 =R

Log (6,50—0,80)² =1,5117497
Log 2 (1—0,130) =0,2405492
1,2712005=Log 18,$^{m.q}$70
2,40
21,100
20,625
0,475=D

Log 2 (6,50 - 0,80) =1,0569049
Log 2 (1—0,130) =0,2405492
0,8163557=Log $^{m}$6,55 =L

## PROFIL 17.

*Côté gauche.*

$d$=0, $p$=0,114 $r+6p>0,50$ Formule 9.
Log (3,33+0,02)² =1,0500896
Log 2 ($\frac{2}{3}$—0,115) =0,0426936
1,0073960=Log 10,$^{m.q}$150
8,333
1,817=R

D=0
Log 2 (3,33+0,02)² =0,8260748
Log 2 ($\frac{2}{3}$—0,115) =0,0426936
0,7833812=Log 6,$^{m}$075=L

*Côté droit.*

$d$=0, $c$=0,110 Formule 1.
R=0
Log (6,50+0)² =1,6258267
Log 2 (1—0,110) =0,2504200
1,3754067=Log 23,$^{m.q}$750
20,625
3,125=D

Log 2 (6,50+0) =1,1139434
Log 2 (1—0,110) =0,2504200
0,8635234=Log $^{m}$7,30 =L

18. Les tables des superficies et des largeurs, comprises entre les pages 1 et 31, ne conviennent qu'au cas où le demi-profil en travers du terrain naturel n'est formé que d'une seule ligne droite d'un côté de l'axe. Cependant, à l'aide de la table auxiliaire de triangles qui occupe les pages 31 et 32, — But et usage de la table de triangles.

on peut étendre l'usage des premières tables au cas où il y a
lignes droites dans le demi-profil du terrain.

Supposons, en effet (fig. 10 et 11, Pl. I), que ces deux lign
soient ED, EF, le gabarit adopté étant ABC. On pourra suppose
de ces deux lignes DE qui est la plus rapprochée de l'axe AD, est
jusqu'en D′. Alors la superficie de déblai ou de remblai cherch
cas des fig. 10 et 11, se composera de la partie ADED′B et de
des deux triangles EHF, EHD′. Or, la première partie se trouv
premières tables, au moyen de la cote en déblai AD, ou en rem
l'inclinaison en pente du terrain naturel DED′. La valeur de c
deux triangles est donnée par la nouvelle table des pages 31
moyen de la base EH, et de l'inclinaison connue de ED et de EI
la base ou distance horizontale EH, elle se calcule très-facileme
de simples additions et soustractions, au moyen de la formul
en tête de chacune des pages 31 et 32.

En combinant de toutes les manières possibles les deux ligne
ment le profil en travers du terrain naturel, on voit que, de
naison des deux inclinaisons en pente ou en rampe que peu
chacune de ces deux lignes, avec la position en déblai ou e
résultent 12 cas différents, dans lesquels il ne faut pas toujours
somme des deux triangles auxiliaires, mais retrancher leur s
ajouter ou retrancher leur différence. Ces cas et les règles c
dantes peuvent être résumés d'une manière abrégée, en désign
lettres P et C les inclinaisons du terrain naturel en pente ou
les plus rapprochées de l'axe, et par les mêmes lettres avec d
P′ et C′, les inclinaisons les plus éloignées de l'axe; D désignant
une cote en déblai, et R une cote en remblai sur l'axe.

| | | |
|---|---|---|
| 1° | Pour P, C′, D. . .<br>Et pour C, P′, R. . . | ajoutez la somme des 2 triangles. |
| 2° | Pour P, P′, D. . .<br>Et pour C, C′, R. . . | ajoutez ou retranchez la différence suivant que |
| 3° | Pour C, P′, D. . .<br>Et pour P, C′, R. . . | retranchez la somme des 2 triangles. |
| 4° | Pour C, C′, D. . .<br>Et pour P, P′, R. . . | ajoutez ou retranchez la différence suivant que |

19. Le seul cas où la table de triangles ne pourra pas servi

demi-profil formé de deux lignes droites, est celui où la ligne EF, la plus éloignée de l'axe, viendrait à rencontrer le fossé. Il faudrait alors calculer la cote AF′ du point de rencontre F′ de la ligne EF avec l'axe, partir ensuite de cette cote et de l'inclinaison de la ligne FF pour chercher dans les premières tables, entre les pages 1 et 20, les superficies de déblai et de remblai correspondantes, puis ajouter ou retrancher le triangle DEF′ près de l'axe, qui rétablit dans le demi-profil la ligne brisée qu'il fallait considérer : ce triangle se calcule par une simple multiplication.

**Applications numériques de la table des triangles.**

20. Prenons pour exemple le cas où la cote de déblai sur l'axe étant de $1^m,60$, l'inclinaison de la ligne la plus rapprochée de l'axe est de 0.050 en rampe, et l'inclinaison de la ligne la plus éloignée de 0,150 en rampe aussi, le sommet de l'angle étant à une distance de 4 mètres de l'axe, la cote de ce sommet de $0^m,20$ *au-dessus* du point de départ sur l'axe, et le gabarit de 10 mètres de largeur entre les arêtes extérieures des accotements.

La première partie de la table des superficies relatives au profil de 10 mètres (page 14), donne d'abord $13^{m.q},91$ pour la superficie de déblai correspondant à un terrain naturel de 0,050 en rampe, et à une cote en déblai de $1^m,60$. Ensuite le calcul de la base $b$, commune aux deux triangles auxiliaires, se fait au moyen de la formule

$$b = l'' + c - c' - d.$$

ici l'on a

$$l'' = 5^m,00 + 1,50 = 6^m,50$$

$$c - c' = 1^m,60 + 0,20 = 1^m,80$$

$$\text{Somme.} \dots \quad 8^m,30$$

$$d = 4^m,00$$

$$b = 4^m,30$$

Connaissant la base $b$, on trouve, à la page 51, les nombres $0^{m.q},47$ et $1^{m.q},59$ à la rencontre de la ligne horizontale qui commence par $4^m,25$, avec les colonnes verticales en tête desquelles sont les inclinaisons en rampe de 0,050 et de 0,150. La différence $1^{m.q},12$ de ces deux triangles doit être ajoutée ici à la superficie $13^{m.q},91$, de sorte que l'on a enfin $15^{m.q},03$ pour la superficie totale de déblai.

21. Soient prises pour second exemple les données suivantes :

Gabarit de 6 mètres de largeur ;

Cote en remblai de $0^m,75$ sur l'axe ;
Inclinaison de la ligne la plus rapprochée de l'axe, 0,250 en pente ;
Inclinaison de la ligne la plus éloignée de l'axe, 0,100 en rampe ;
Distance du sommet de l'angle à l'axe, $2^m,50$ ;
Cote de ce sommet *au-dessous* du point de départ de l'axe, $0^m,63$.

On trouve d'abord dans la quatrième partie de la table des superficies relatives au gabarit de 6 mètres (page 7), approximativement et à vue, $6^{m.q.},10$ pour la superficie de remblai correspondant à la cote $0^m,75$ et à l'inclinaison 0,250.

La base $b$ se calcule ensuite au moyen de la formule

$$b = l + \frac{3}{2}(c - c') - d.$$

or, on a ici :

$$l = 3^m,00$$
$$c - c' = 0,75 + 0,63 = 1^m,38$$
$$\frac{1}{2}(c - c') = 0^m,69$$
$$\text{Somme} \ldots \quad 5^m,07$$
$$d = 2^m,50$$
$$b = 2^m,57$$

Entrant alors dans la table de la page 32 avec la base $2^m,57$. ou plutôt $2^m,50$ qui s'en rapproche le plus, on trouve $1^{m.q.},88$ pour la superficie du triangle qui correspond à la pente 0,250 ; et $0^{m.q.},41$ pour le triangle qui correspond à la rampe 0,100. La somme $2^{m.q.},29$ de ces deux triangles doit ici être retranchée de la superficie $6^{m.q.},10$, ce qui donne $3^{m.q.},81$ pour la valeur réelle de la superficie du profil cherché.

22. Quant aux largeurs prises par la route, dans le cas du profil brisé, elles ne peuvent se calculer facilement, et il vaut mieux les mesurer directement sur les profils en travers dessinés avec soin à une échelle convenable.

Ainsi, dans le cas du premier exemple ci-dessus, en désignant par $i$ l'inclinaison de la ligne du terrain naturel la plus éloignée de l'axe, la largeur prise par la route aura pour expression

$$L = \frac{l'' + c - c' - id}{1 - i}.$$

Dans le cas du second exemple on aura

$$L=\frac{l+\frac{3}{2}(c-c')-\frac{3}{2}id}{1-\frac{3}{2}i}.$$

23. On voit, d'après ce qui précède, que l'usage de la table de triangles exige une certaine attention, et ne laisse pas d'entraîner dans des calculs assez longs. Il est donc probable que l'on aimera souvent mieux dessiner les profils et les calculer par des mesures directes, que d'avoir recours à cette table. Aussi l'aurions-nous omise, si elle ne présentait l'avantage de servir immédiatement dans le cas assez fréquent où l'on élargit un ancien chemin en conservant son niveau. Car alors, si l'on n'a qu'à déblayer pour l'élargissement, la superficie de déblai se composera du triangle EFH (fig. 10, Planche I) augmenté de la section du fossé, qui est constante. Si le chemin est en remblai avec une largeur plus faible et un talus plus doux que la largeur et le talus que l'on veut donner, la superficie de remblai se réduit encore à un triangle EFH (fig. 11, Planche I) que donne notre table.

Usage de la table pour le calcul des pentes et rampes.

24. La table qui occupe les pages 52 et 53 sera fort utile pour abréger les calculs relatifs à la détermination du profil en long d'un projet de route. En effet, lorsque l'on s'occupe de cette détermination, on a souvent besoin de connaître la différence de niveau qui correspond à une longueur et à une inclinaison déterminées. Or la table donne la solution de cette question.

Supposons, en effet, que l'on veuille savoir quelle est la différence de niveau entre les deux extrémités d'une rampe de $0^m,047$ par mètre, sur 2395 mètres de longueur.

On prendra, à la page 52, la ligne horizontale qui commence par 0,047 (la quatrième à partir du bas), et on trouvera sur cette ligne les nombres suivants, savoir :

| | | |
|---|---|---|
| Pour | 2000 mètres de longueur. . . . . . . . . . . | $94^m$ |
| | 300 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | $14^m,1$ |
| | 90 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | $4^m,23$ |
| | 5 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | $0^m,235$ |
| Pour | 2395 mètres de longueur, on a donc une chute de | $112^m,565$ |

# NOTES DIVERSES

## SUR LES TABLES ET SUR LES CALCULS RELATIFS A LA RÉDACTION DES PROJETS DE ROUTES ET DE CHEMINS.

### 1. *Démonstration des formules fondamentales.*

La construction des tables des superficies et des largeurs, aussi bien que l'usage des tables de numérateurs et de dénominateurs, sont fondés sur les formules générales du n° 10. On sera probablement bien aise de trouver ici la démonstration de ces formules.

D'abord les 9 figures 12, 13, etc., jusqu'à 20 inclusivement (Planche I) répondent respectivement et par ordre aux 9 cas du tableau des formules. Le demi-gabarit, dans toutes ces figures, est représenté par les lignes ABCDE, et le terrain naturel par FE; les notations sont celles qui sont exposées en tête du tableau de la page XIV.

La méthode employée pour trouver les formules correspondant à chaque cas, consiste à considérer chaque superficie de déblai ou de remblai comme la somme ou la différence d'autres figures plus régulières, dont la quadrature dépend immédiatement des données. On emploie à chaque instant, dans ces quadratures, la considération de triangles semblables, dont l'un a pour base l'unité (le mètre), et pour hauteur la pente par mètre d'une des lignes de la figure.

Ainsi, par exemple, dans la figure 12, FE étant le terrain naturel en rampe de $c$ par mètre, et le talus DE de déblai étant incliné à $t$ par mètre, si on prend $EH'=1$, on aura $H'F'=c$, $H'O'=t$. On en conclura

$$O'F' : OF :: EH' : EH; \quad \text{or} \quad OF = OA + AF = A'B' \times t + d; \quad \text{donc} \quad EH = \frac{l''t+d}{t-c}.$$

Nous n'entrerons pas dans le détail des calculs analogues qui se retrouvent à tous les cas.

Indiquons seulement la manière de procéder.

*a.*) *Terrain* FE *en rampe et cote* AF *en déblai*. (Fig. 12, planche I.)

Il n'y a jamais qu'un cas à considérer, et le remblai est toujours nul.

La surface de déblai ABCDEF est la différence entre le triangle variable OEF et la figure constante OABCD.

Or le triangle $\text{OEF} = \frac{1}{2}\,\text{OF} \times \text{EH}$.

$$\text{OF} = l''t + d; \quad \text{EH} = \frac{l''t + d}{t - c}; \ \text{fig. OABCD} = \frac{l''^2 t}{2} - \text{F}.$$

Donc le système des formules, dans ce cas, est

$$(1) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \text{R} = 0, \\ \text{D} = \dfrac{(l''t + d)^2}{2\,(t - c)} - \left(\dfrac{l''^2 t}{2} - \text{F}\right). \end{array} \right.$$

*b.*) *Terrain* FE *en rampe, et cote* AF *en remblai*. (Fig. 13, 14 et 15, planche I.)

Il y a trois cas à considérer.

D'abord si la parallèle BK (fig. 13), à la ligne du terrain naturel, n'est pas au-dessus de cette ligne, la superficie de remblai sera égale au triangle AFI, et la superficie de remblai IBCDE sera égale à la différence entre la figure OAIE, et la figure OABCD. On aura donc

Pour $r \leqq lc$

$$(2) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \text{R} = \dfrac{r^2}{2c} \\ \text{D} = \dfrac{(l''t - r)^2}{2\,(t - c)} + \text{R} - \left(\dfrac{l''^2 t}{2} - \text{F}\right). \end{array} \right.$$

Lorsque la ligne EF (fig. 14) tombe entre les deux parallèles BK, CL qui lui sont menées par les points B et C, ce qu'exprime l'ensemble des deux inégalités

$$r > lc \quad \text{et} \quad r < l'c + h,$$

la superficie de remblai ABGF est la différence entre les deux triangles FGI, ABI, et la superficie de déblai GCDE est égale à la somme du remblai et du triangle EFO, diminuée de la superficie constante OABCD. De là les formules

$$(3)\qquad \begin{cases} R = \dfrac{(lt+r)^2}{2(t+c)} - \dfrac{l^2t}{2}, \\ D = \dfrac{(l't-r)^2}{2(t-c)} + R - \left(\dfrac{l'^2t}{2} - F\right). \end{cases}$$

Enfin si la *ligne* EF du terrain naturel ne passe pas au-dessus du point C, *ce qui est exprimé* par la relation

$$r \geqq l'c + h,$$

le déblai est nul et la superficie de remblai prend la forme d'un trapèze ABEF (fig. 15), qui est la différence entre les deux triangles IFE, IAB. On aura donc

$$(4)\qquad \begin{cases} R = \dfrac{(lt+r)^2}{2(t+c)} - \dfrac{l^2t}{2} \\ D = 0. \end{cases}$$

*c). Terrain* FE *en pente et cote* AF *en déblai.*

Les figures 16, 17 et 18, planche I, indiquent les trois cas qui correspondent aux positions que la ligne FE du terrain naturel peut occuper par rapport aux parallèles CL, BK, menées à cette ligne par les points B et C.

Pour la figure 16 on a

$d \geqq lp$, et le système de formules est

$$(5)\qquad \begin{cases} R = 0 \\ D = \dfrac{(l't+d)^2}{2(t+p)} - \left(\dfrac{l'^2t}{2} - F\right). \end{cases}$$

La figure 17 est la plus compliquée de toutes. Elle correspond au système d'inégalités

$$d < lp, \quad d + h > (l' + f)p.$$

Le remblai GBM est égal au triangle IFM, plus le triangle AFG, moins le triangle IAB; et le déblai se compose du remblai, plus le triangle OFE, moins la figure OABCD. On aura donc les formules

$$(6)\qquad \begin{cases} R = \dfrac{(lt-d)^2}{2(t-p)} + \dfrac{d^2}{2p} - \dfrac{l^2t}{2} \\ D = \dfrac{(l't+d)^2}{2(t+p)} + R - \left(\dfrac{l'^2t}{2} - F\right). \end{cases}$$

Enfin à la figure 18, qui répond à la relation $d+h \leqq (l'+f)p$, appartient le système de formules

$$(7)\quad \begin{cases} R = \dfrac{(lt'-d)^2}{2(t'-p)} + \dfrac{d^2}{2p} - \dfrac{l^2t'}{2} \\ D = \dfrac{d^2}{2p}. \end{cases}$$

*d*). *Terrain* FE *en pente et cote* AF *en remblai.*

Deux systèmes de formules seulement correspondent à ce cas principal. Ce sont, pour la figure 19, qui satisfait à l'inégalité $r+(l'+f)p < h$, les formules

$$(8\quad \begin{cases} R = \dfrac{(lt+r)^2}{2(t-p)} - \dfrac{l^2t}{2} \\ D = \dfrac{(l''t-r)^2}{2(t+p)} + R - \left(\dfrac{l''^2t}{2} - F\right), \end{cases}$$

et pour la fig. 20, qui satisfait à la relation $r+(l'+f)p \geqq h$, on a

$$(9)\quad \begin{cases} R = \dfrac{(lt'+r)^2}{2(t'-p)} - \dfrac{l^2t'}{2}, \\ D = 0. \end{cases}$$

Quant à la largeur prise par le demi-profil en travers, elle est constamment égale à la distance du point extrême E à l'axe AF; et comme elle est la hauteur EH (fig. 12) de l'un des triangles OFE, IEF, son expression entre implicitement dans celle de l'aire de ces triangles, et a dû toujours être calculée d'abord, pour obtenir la superficie de déblai ou de remblai, comme nous l'avons montré pour la fig. 1.

II. *Construction des tables pour le calcul des superficies et des largeurs.*

Lorsqu'il s'agit de construire pour un gabarit déterminé une table de superficies comme celles qui sont comprises entre les pages 1 et 20, et une table de largeurs semblables à celles qui occupent les pages 21 à 30, il faut commencer par substituer dans les formules générales du nº 10, les valeurs des constantes relatives à ce gabarit, valeurs que l'on trouvera généralement dans la table du nº 11.

Lorsque l'on a ainsi obtenu le tableau des formules applicable au gabarit que l'on considère, on cherche pour chacun des trois cas principaux différents du premier (terrain en rampe et cote en déblai), les valeurs de l'inclinaison du terrain naturel, à partir desquelles on doit passer d'un système de formules à un autre. Ce sont les inégalités contenues dans la troisième colonne du tableau des formules qui font connaître ces valeurs. Ainsi en prenant encore pour exemple le gabarit de 10 mètres de largeur (page XVI), puisque le système des formules (2) est applicable tant que $r$ ne surpasse pas $5c$, on trouvera que pour les valeurs

0,000 0,050 0,100 0,150 0,200 0,250

successivement attribuées à $c$, les limites correspondantes de $r$, données par la relation $r = 5c$, seront

$0^{m},00$ $0^{m},25$ $0^{m},50$ $0^{m},75$ $1^{m},00$ $1^{m},25$.

Mais à cause de la relation $r = 5,50c + 0,50$ on obtient pour nouvelles limites de $r$,

$0^{m},50$ $0^{m},78$ $1^{m},05$ $1^{m},33$ $1^{m},60$ $1^{m},88$;

de sorte que l'on doit employer le système des formules (3) pour toute valeur de $r$ comprise entre $0^{m},00$ et $0^{m},50$, lorsque $c = 0,000$; entre $0^{m},25$ et $0^{m},78$, lorsque $c = 0,050$; entre $0^{m},50$ et $1^{m},05$, lorsque $c = 0,100$; entre $0^{m},75$ et $1^{m},38$, lorsque $c = 0,150$; entre $1^{m},00$ et $1^{m},60$, lorsque $c = 0,200$; entre $1^{m},25$ et $1^{m},88$, lorsque $c = 0,250$. Au delà de ces valeurs de $r$, le système des formules (4) est toujours applicable.

On trouvera aussi facilement, à l'aide des relations d'inégalité qui existent entre $d$ ou $r$ et $p$, pour les systèmes de formules (5), (7) et (9), les valeurs extrêmes entre lesquelles ces formules, et par conséquent les systèmes (6) et (8) sont applicables.

Le petit tableau suivant, où l'on a résumé ces calculs pour le gabarit de 10 mètres de largeur, pourra servir de modèle pour tous les calculs du même genre.

| CAS. | FORMULES. | VALEURS DE $c$ OU DE $p$. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| | | m | m | m | m | m | m |
| 2 | $r=5c$ | 0,00 | 0,25 | 0,50 | 0,75 | 1,00 | 1,25 |
| 4 | $r=5,50c+0,50$ | 0,50 | 0,78 | 1,05 | 1,33 | 1,60 | 1,88 |
| 5 | $d=5p$ | 0,00 | 0,25 | 0,50 | 0,75 | 1,00 | 1,25 |
| 7 | $d=6p-0,50$ | » | » | 0,10 | 0,40 | 0,70 | 1,00 |
| 9 | $r=0,50-6p$ | 0,50 | 0,20 | » | » | » | » |

On remarquera que nous avons maintenu dans nos tables des superficies et des largeurs les traces les limites d'application de deux systèmes de formules consécutifs. Ainsi, à la page 14, dans la deuxième table qui concerne le terrain en rampe et la cote en remblai, on voit deux séries de traits horizontaux qui descendent en échelons, à partir de $0^m,000$ jusqu'à $0^m,250$ d'inclinaison par mètre du terrain naturel. Les traits de la première série, pour les inclinaisons

0,000  0,050  0,100  0,150  0,200  0,250,

tombent respectivement entre les remblais

$0^m,00$ et $0^m,20$; $0^m,20$ et $0^m,40$; $0^m,40$ et $0^m,60$; $0^m,60$ et $0^m,80$; $1^m,00$ et $1^m,20$; $1^m,20$ et $1^m,40$;

les traits de la seconde série, pour les mêmes inclinaisons, tombent respectivement entre les remblais

$0^m,40$ et $0^m,60$; $0^m,60$ et $0^m,80$; $1^m,00$ et $1^m,20$; $1^m,20$ et $1^m,40$; $1^m,40$ et $1^m,60$; $1^m,80$ et $2^m,00$.

Ces deux séries de traits sont donc bien placées, entre les limites d'application des systèmes (2), (3) et (4), de formules de la page XVI. Tous les nombres placés dans la table, au-dessus de la première série de traits, ont été calculés par le système (2); tous les nombres placés au-dessous de la seconde, ont été calculés par le système (4); enfin les nombres intermédiaires ont été calculés par le système (3).

On comprendra sans peine aussi comment les échelons successifs de la seconde table de la page 28, séparent les nombres calculés par la formule $L=\frac{6^m,50-r}{1-c}$, de ceux qui ont été calculés par la formule $L=\frac{3^m,33+r}{\frac{2}{3}+c}$.

Ces limites de séparation par échelons se reconnaîtront facilement dans toutes nos tables de superficies et de largeurs. Elles vont constamment en descendant pour la deuxième et la troisième des quatre tables qui concernent chaque gabarit, et en montant pour la quatrième. Quant à la première des tables des superficies et des largeurs, elle est toujours calculée par le système des formules (1), et elle ne renferme, par conséquent, pas de traits de séparation. Mais il y a lieu de faire observer que, dans le troisième tableau des superficies, pour chaque gabarit, un trait gras, vertical, placé dans l'alignement des filets qui séparent les nombres relatifs à deux pentes consécutives, indique toujours la limite extrême à gauche de la première série d'échelons descendants. Pour le profil de 10 mètres, ce trait se trouve placé à la première table de la page 15, entre les pentes 0,50 et 0,100, au troisième double filet vertical.

Lorsque l'on a ainsi préparé, pour la table que l'on veut calculer, les cadres qui doivent renfermer les nombres déterminés par chaque système de formules, la méthode la plus expéditive et la plus sûre, pour la formation de ces tables, consistera à calculer *directement* chaque formule en y substituant les valeurs successives de l'inclinaison du terrain naturel et de la cote sur l'axe; puis à vérifier les nombres obtenus par une même formule, pour une même inclinaison du terrain naturel, en cherchant les *différences premières* de ces nombres, s'il s'agit d'une largeur, et leurs *différences secondes*, s'il s'agit d'une superficie de déblai ou de remblai. Ces différences doivent être constantes.

Ainsi prenons dans la troisième table des superficies, relative au gabarit de 10 mètres (p. 15), les nombres

$$\overset{m.q}{2,04} \quad \overset{m.q}{3,38} \quad \overset{m.q}{4,75} \quad \overset{m.q}{6,16} \quad \overset{m.q}{7,61} \quad \overset{m.q}{9,09}, \text{ etc.};$$

qui correspondent respectivement aux cotes de déblai équidistantes $0^m,40$, $0^m,60$, $0^m,80$, $1^m,00$, $1^m,20$, $1^m,40$, etc.; la pente par mètre étant constamment de $0^m,050$. En retranchant chaque nombre du suivant, on obtiendra la série

$$\overset{m.q}{1,34} \quad \overset{m.q}{1,37} \quad \overset{m.q}{1,41} \quad \overset{m.q}{1,45} \quad \overset{m.q}{1,48}, \text{ etc.},$$

dans laquelle chaque nombre retranché du précédent donne

$$\overset{m.q}{0,03} \quad \overset{m.q}{0,04} \quad \overset{m.q}{0,04} \quad \overset{m.q}{0,03}, \text{ etc.};$$

donc les différences secondes sont sensiblement égales et oscillent autour d'une valeur constante comprise entre 0,03 et 0,04.

En prenant, dans la table des largeurs (p. 28), les nombres qui correspondent au même gabarit, à la même inclinaison du terrain naturel et aux mêmes cotes de déblai, on trouve la suite

$$6{,}^{m}57 \quad 6{,}^{m}76 \quad 6{,}^{m}95 \quad 7{,}^{m}14 \quad 7{,}^{m}33\ldots$$

dans laquelle les différences premières

$$0{,}^{m}19 \quad 0{,}^{m}19 \quad 0{,}^{m}19 \quad 0{,}^{m}19\ldots.$$

sont égales.

Quant au calcul direct des formules, il devra être opéré par logarithmes, soit avec les tables ordinaires, soit avec nos tables auxiliaires de numérateurs et de dénominateurs.

### III. *Représentation géométrique des formules et de divers résultats relatifs à l'établissement des superficies et des largeurs.*

Soient *dr* et *cp* (fig. 21, planche I), deux droites rectangulaires qui se coupent en O. Comptons sur la première dans les sens O*d* et O*r*, des quantités respectivement proportionnelles aux cotes de déblai *d* et de remblai *r*; sur la seconde dans les sens O*c* et O*p* des quantités respectivement proportionnelles aux rampes *c* et aux pentes *p*, par mètre du terrain naturel.

Supposons que C et D soient les limites supérieures que l'on adopte respectivement pour la valeur des inclinaisons du terrain naturel et des cotes sur l'axe. Prenons OA=OA′=C, OB=OB′=D, et construisons le rectangle MNQS qui se trouve décomposé en quatre rectangles égaux OAMB, OASB′, OA′NB, OA′QB′.

Tous les points renfermés dans l'intérieur du premier de ces rectangles auront pour coordonnées des valeurs qui représentent, savoir : l'une parallèle à O*c*, une inclinaison du terrain naturel en *rampe;* l'autre parallèle à O*d*, une cote de *déblai;* et par conséquent tous les couples de valeurs de *c* et de *d*, qui peuvent servir au calcul des formules (1), appartiennent à l'un des points du rectangle OAMB.

De même tous les couples de valeurs de *c* et de *r*, qui peuvent servir

au calcul des formules (2), (3) et (4), appartiennent à un point situé dans l'intérieur du rectangle OASB'; les couples de valeurs de $p$ et de $d$ qui peuvent servir à calculer l'une des formules (5), (6) et (7), sont les coordonnées d'un point du rectangle OA'NB; enfin les couples de valeurs de $p$ et de $r$ que l'on peut substituer dans l'une des formules (8) ou (9) appartiennent à l'un des points du rectangle OA'QB'.

Mais comment distinguer dans les trois derniers rectangles, les points qui appartiennent aux diverses formules relatives à un même cas principal? Par exemple, dans le rectangle OASB', quels seront les points dont les coordonnées $c$ et $r$ devront être substituées dans les formules (2), (3) ou (4)?

Pour résoudre cette question, construisons sur notre figure les droites

$$\left.\begin{array}{l}\text{OE}\\ \text{FL}\\ \text{OH}\\ \text{GK}\\ \text{GF}\end{array}\right\}\text{ représentées respectivement par les équations }\left\{\begin{array}{l}r=lc\\ r=l'c+h\\ d=lp\\ d+h=(l+f)p\\ r+(l'+f)p=h.\end{array}\right.$$

Or, il est facile de voir que pour tous les points situés entre les droites Oc et OE, on a $r<lc$; pour tous les points situés entre OE et FL, $r>lc$ et $r<l'c+h$; pour tous les points situés au-dessous de FL vers B'S, $r>l'c+h$. Donc les points compris dans l'intérieur du triangle OAE, du trapèze OELF et du trapèze FLSB' ont des coordonnées qui doivent être employées respectivement dans les formules (2), (3) et (4). On a marqué ainsi, par des chiffres, toutes les parties du rectangle total MNQS qui correspondent aux formules du même rang pour le calcul des superficies et des largeurs.

Cette représentation géométrique, si simple et si expressive, conduit à plusieurs conséquences remarquables sous le double point de vue de la pratique et de la théorie. D'abord, pour ce qui concerne la pratique, il est évident que, si la figure 21 est construite à une échelle suffisamment grande pour le gabarit que l'on considère, on pourra s'en servir pour reconnaître, sans aucun calcul, quel est le système de formules applicables à une cote et à une inclinaison quelconques; soit lorsque l'on dresse des tables de superficies et de largeurs, soit lorsque l'on emploie les tables auxiliaires au calcul d'une superficie ou d'une largeur déterminée.

De plus, si l'on imagine que par tous les points situés dans l'intérieur

du rectangle MNQS on élève perpendiculairement au plan de ce rectangle des droites proportionnelles aux superficies de déblai ou de remblai, ou aux largeurs correspondant aux coordonnées de ces points, les extrémités de ces perpendiculaires seront, pour chaque formule particulière, sur une même surface courbe. Or, en projetant sur le plan de chacune des parties du rectangle les lignes de niveau que l'on peut imaginer sur les surfaces courbes correspondantes, on connaîtra, à l'inspection seule de ces lignes, les valeurs des superficies et celles de la largeur qui résultent d'une cote sur l'axe et d'une inclinaison déterminées.

Les courbes de niveau formées par la formule

$$D = \frac{(6^{m},50+d)^{2}}{2(1-c)} - 20,625$$

ont été ainsi construites et cotées dans le rectangle OAMB, pour des valeurs de D croissant de 10 en 10. On voit que le point dont les coordonnées sont $c=0,250$ et $d=1^{m},80$ tombe entre les courbes cotées 20 et 30, à peu près à égale distance de ces courbes : donc la valeur correspondante de D est d'environ $25^{m.q}$. On trouve dans la table de la page 14, $D=25^{m.q},30$.

On voit donc que si l'on avait construit pour un gabarit particulier, dans les neuf parties du rectangle MNQS, des lignes de niveau suffisamment rapprochées, en distinguant ces lignes par des notations particulières, selon qu'elles correspondent aux déblais, aux remblais ou aux largeurs, on posséderait une figure qui pourrait très bien remplacer les tables spéciales de superficies et de largeurs.

Cette idée de la substitution d'un plan coté à une table à double entrée peut être appliquée avec succès à d'autres calculs qu'à celui des superficies de déblai et de remblai; et pour cette destination spéciale, elle conduit à des considérations curieuses qui seront développées dans un travail que l'on espère publier bientôt. Les personnes qui s'occupent des applications de la géométrie pure à l'art de l'ingénieur, verront avec intérêt des résultats extrêmement utiles dans la pratique, déduits immédiatement de la discussion de courbes et de surfaces du second au quatrième degré.

La considération de la figure 21 conduit encore à plusieurs conséquences curieuses. D'abord les aires de chacune des neuf parties de cette figure ont entre elles les mêmes rapports que les nombres de cas que l'on est obligé de calculer par les systèmes de formules correspondants, lorsque

l'on dresse, pour un certain gabarit, une table des superficies et des largeurs. Ensuite, si l'on regarde comme également possibles toutes les cotes de l'axe et toutes les inclinaisons du terrain naturel, les rapports des aires des neuf parties de la figure à l'aire du rectangle total MNQS, représentent les probabilités de tomber sur les systèmes de formules, portant les mêmes numéros d'ordre.

On a réuni, dans le tableau suivant, les résultats relatifs aux formules générales et à leurs applications au gabarit de 10 mètres de largeur, lorsque l'on prend $C = 0{,}500$, $D = 10^m{,}00$, et que l'on imagine une table calculée pour des cotes sur l'axe variant de $0^m{,}02$ en $0^m02$, et pour des inclinaisons du terrain naturel variant de 0,005 en 0,005, ce qui porte à 200000 le nombre total des cas calculés dans la table.

*Résultats divers tirés de la considération de la figure* 21.

| VALEURS des différentes parties de la figure. | INDICATION des formules. | SUPERFICIES ABSOLUES des différentes parties de la figure. | NOMBRES des cas calculés par chaque système de formules. | SUPERFICIES RELATIVES. | PROBABILITÉS respectives de chaque système de formules. |
|---|---|---|---|---|---|
| $OA = C$, $OB = D$ | 1 | $OAMB \ = CD$ | 50 000 | $\frac{1}{4}$ | 0, 250 000 |
| $AE = lC$ | 2 | $OAE \ = \frac{1}{2} lC^2$ | 6 250 | $\frac{lC}{8D}$ | 0, 031 250 |
| $OF = h$, $EL = (l - l') C + h$ | 3 | $OFLE \ = \frac{1}{2} (l' - l) C^2 + hC$ | 3 125 | $\frac{\frac{1}{2}(l'-l)C + h}{4D}$ | 0, 015 625 |
| $FB' = D - h$, $LS = D - (l'C + h)$ | 4 | $FLSB' \ = (D - h) C - \frac{1}{2} l'C^2$ | 40 625 | $\frac{(D-h) - \frac{1}{2} l'C}{4D}$ | 0, 203 125 |
| $A'K = lC$ | 5 | $OKNB \ = CD - \frac{1}{2} lC^2$ | 43 750 | $\frac{D - \frac{1}{2} lC}{4D}$ | 0, 218 750 |
| $OG = \frac{h}{l'+f}$, $A'H = (l'+f) C - h$ | 6 | $OKHG \ = \frac{1}{2} lC^2 - \frac{[(l'+f)C-h]^2}{2(l'+f)}$ | 1 042 | $\frac{lC}{8D} - \frac{[(l'+f)C-h]^2}{8(l'+f)CD}$ | 0, 005 210 |
| Lorsque l'on fait $C = 0{,}500$, $l' = l + f$ et $f = h$, il vient $A'K = A'H$, et les points K et H se confondent sur la droite A'N | 7 | $GHA' \ = \frac{[(l'+f)C-h]^2}{2(l'+f)}$ | 5 208 | $\frac{[(l'+f)C-h]^2}{8(l'+f)CD}$ | 0, 026 040 |
| | 8 | $OGF \ = \frac{h^2}{2(l'+f)}$ | 208 | $\frac{h^2}{8(l'+f)CD}$ | 0, 001 040 |
| | 9 | $GFB'QA' = CD - \frac{h^2}{2(l'+f)}$ | 49 792 | $\frac{1}{4} - \frac{h^2}{8(l'+f)CD}$ | 0, 248 960 |
| Totaux............ | | Rectangle $MNQS = 4CD$ | 200 000 | 1 | 1, 000 000 |

La figure 21 elle-même a été construite pour le gabarit de 10 mètres, en donnant par conséquent aux constantes *l, l'*, *h* et *f*, les valeurs du n° 12, et en faisant C = 0,500, D = 10$^{m}$,00; l'échelle des abscisses (*c, p*) est de 0$^{m}$,0001 pour millième d'inclinaison du terrain naturel, et celle des ordonnées (*d, r*) de 0$^{m}$,0001 pour centimètre de cote sur l'axe.

Il est vrai que toutes les cotes et toutes les inclinaisons ne sont pas également possibles dans la pratique. Mais en chacun des points du rectangle MNQS élevons une droite, perpendiculaire au plan de ce rectangle et proportionnelle au nombre de fois résultant du relevé exact où l'expérience a fait rencontrer ce système de coordonnées qui déterminent ce point. Les extrémités de toutes ces perpendiculaires formeront une surface courbe; et les rapports entre les volumes terminés par cette surface et projetés horizontalement sur les neuf parties du rectangle MNQS, et le volume total, sont les probabilités exactes de tomber sur le système de formules correspondant, toutes les circonstances relatives à la configuration du sol et au tracé des routes restant d'ailleurs les mêmes.

## IV. *De différents procédés numériques, graphiques et mécaniques, proposés ou mis en usage pour abréger les calculs relatifs à la rédaction des projets de routes et de chemins.*

Le calcul des dépenses qu'exigent les mouvements de terres pour la confection d'une route, d'un chemin de fer, d'un canal, etc., est le plus important de ceux qui entrent dans la rédaction d'un projet.

Si on cherche d'abord le volume des terres à mettre en mouvement, ce volume peut se déduire très simplement, par la méthode des cubatures approchées, de la mesure des superficies de déblai et de remblai sur des profils en travers espacés convenablement. C'est donc cette mesure des superficies que l'on a d'abord cherché à simplifier.

Le premier travail qui ait été publié sur le calcul des superficies au moyen de formules et de tables, est dû à M. Fourier, ingénieur attaché au service des routes stratégiques (*Tables des surfaces de déblai et de remblai, etc.* Angers, 1833). Il est certain que déjà, dans plusieurs départements, quelques ingénieurs s'étaient servis de formules et de tables analogues pour abréger les calculs de ce genre. On n'en doit pas moins reconnaître que la publication de M. Fourier a été le signal d'une véritable

révolution dans la manière de calculer les terrassements d'un projet de route. Les tables de cet ingénieur ne s'appliquaient qu'au gabarit de 8 mèt. et dans des limites assez resserrées ; mais bientôt M. le directeur-général des ponts et chaussées et des mines en fit calculer de nouvelles sous la direction de M. l'ingénieur en chef Coriolis. Celles-ci, qui furent successivement lithographiées en 1835, en 1836 et en 1837, s'appliquent aux gabarits de 8, de 10, puis de 7, 9 et 12 mètres de largeur sans les fossés. Elles sont accompagnées d'une instruction étendue sur la manière dont elles sont construites et sur leur usage. M. Coriolis y indique les séparations rectilignes des nombres calculés par les formules relatives à un des quatre cas principaux. (Voir les pages XXXVII et XL, notes II et III). Il y donne aussi les formules générales du nº 10.

Cependant les premières tables lithographiées ne furent envoyées aux ingénieurs que le 18 janvier 1836 ; et antérieurement à cette époque, plusieurs ingénieurs que M. Coriolis a cités avaient adressé à l'administration des mémoires où ils proposaient des méthodes de calcul et des formes de tables analogues à celles des tables lithographiées.

Cependant les cotes de déblai et de remblai sur l'axe, les inclinaisons du terrain naturel de chaque côté de l'axe, les talus de déblai et de remblai, les largeurs des routes et de leurs fossés, varient entre des limites si étendues, qu'on reconnut bientôt la nécessité de suppléer aux tables lithographiées pour les cas où elles ne pouvaient servir. C'est dans le but de satisfaire à ce vœu que les *Tables nouvelles pour abréger divers calculs relatifs aux projets de routes, et particulièrement les calculs des terrasses et des plans parcellaires* (Imprimerie royale, février 1839), dont le projet avait été présenté à M. le directeur-général des ponts et chaussées et des mines, le 14 janvier 1838, furent calculées et publiées par ses ordres. Ces tables ne donnent point immédiatement les superficies de déblai et de remblai ; mais elles servent, dans des limites fort étendues et qui comprennent tous les cas possibles, à trouver ces superficies à l'aide d'une addition et d'une soustraction. Elles donnent aussi facilement les largeurs prises de chaque côté de l'axe du projet, largeurs du calcul desquelles on ne s'était point encore occupé, malgré son importance.

La *Table de triangles,* dont les calculs ont été faits sous la direction de M. Coriolis, d'après les observations présentées par M. l'ingénieur Hernoux, et qui a été lithographiée en février 1838, a été envoyée aux ingénieurs, en même temps que les *Tables nouvelles,* avec une circulaire en date du 27 mars 1840.

Enfin on a réuni, dans le présent recueil, la substance de toutes les tables précédemment publiées, en y ajoutant, pour les largeurs de tous les gabarits, et pour les superficies des gabarits de 4, de 5, de 6 et de 11 mètres, des tables complétement inédites.

Cependant plusieurs ingénieurs ont imaginé des moyens mécaniques ou graphiques pour éviter les longs calculs qu'entraîne l'évaluation numérique des superficies de déblai et de remblai, dans les cas qui échappent aux tables ordinaires. On avait proposé depuis longtemps, déjà, de découper des feuilles de plomb suivant les formes des profils en travers, de manière à connaître les valeurs des superficies par les poids correspondants. Mais les longueurs et les difficultés de ce procédé avaient dû y faire renoncer aussitôt.

M. l'ingénieur en chef Cousinery, dans son intéressant ouvrage intitulé *Le calcul par le trait* (Paris, 1839), a donné la description d'une règle transparente, au moyen de laquelle on peut obtenir par mesure linéaire la superficie d'un triangle ou d'un quadrilatère. Mais l'usage de cet instrument exige quelques tracés préliminaires, et ne saurait s'appliquer qu'avec plusieurs décompositions à la mesure des superficies de déblai et de remblai, dans un assez grand nombre de cas, même lorsque ces superficies sont données par une formule unique.

On doit à M. l'ingénieur en chef Dupuit un autre procédé mécanique très simple, et qui paraît pouvoir être appliqué avec succès à la mesure de certaines superficies. A l'aide d'un papier transparent sur lequel sont tracées des droites parallèles équidistantes, et d'une roulette munie d'un index fixe et d'un compteur, M. Dupuit fait la somme des ordonnées équidistantes de la surface, et il lit cette somme sur le compteur convenablement gradué par rapport à la distance constante qui sépare les parallèles du transparent. En d'autres termes, il décompose la figure en une série de trapèzes contigus ayant pour hauteur commune l'unité, de sorte qu'il n'y a qu'à prendre la somme des bases communes à tous ces trapèzes, plus la moitié de la somme des bases extrêmes.

Ce procédé simple et ingénieux peut être utile pour la mesure des superficies où les ordonnées équidistantes ne sont pas trop courtes, et dont les contours n'éprouvent pas de changements brusques entre deux ordonnées consécutives. Mais pour des cas analogues à ceux de nos fig. 13, 14, 17, 18 et 19, pl. I, comme pour ceux où la figure polygonale à mesurer aurait des angles considérables très rapprochés les uns des autres, la rou-

lette de M. Dupuit ne paraît pas offrir une exactitude et une célérité suffisantes.

Nous passons ici sous silence d'autres instruments ou procédés analogues qui ont été proposés ou employés pour la mesure des aires planes. La plupart de ces procédés ont des inconvénients qui ont empêché de les adopter. Il faut excepter toutefois l'admirable *planimètre,* commencé, dès 1827, par M. Oppikofer, ingénieur au service du canton de Berne, et que M. Ernst, actuellement constructeur d'instruments de précision à Paris, amena bientôt à un haut degré de perfection. Le planimètre, recommandé par l'administration du cadastre, employé avec succès par plusieurs géomètres en chef de ce service, approuvé dans les termes les plus favorables par l'Académie des sciences dès le 2 juin 1834, sur le rapport de MM. Navier et Puissant, admis à partager le prix de mécanique Montyon, décerné par ce corps savant dans sa séance du 21 août 1837, donne, avec une exactitude et une célérité merveilleuses, la mesure des aires planes les plus compliquées. Il suffit de promener une pointe sur le contour de la figure à mesurer, pour trouver sur un compteur à cadran la valeur de la superficie cherchée en mètres carrés. Le planimètre de MM. Oppikofer et Ernst n'est arrêté par aucune des difficultés que l'on éprouve dans l'usage des autres procédés d'évaluation des superficies irrégulières ; son utilité serait donc déjà incontestable dans la rédaction des projets, pour la mesure des parcelles occupées par la voie de la communication nouvelle, et pour celle des profils en travers non compris dans les tables.

En faisant ainsi concurremment usage de tables numériques ou graphiques (page XLI) et du planimètre, on effectue, d'une manière plus prompte que par aucun autre procédé, toutes les opérations relatives à la mesure des superficies dans les projets. Mais il reste encore un nombre considérable de calculs numériques à faire, et il est assez remarquable que, jusqu'à ces derniers temps, personne n'eût cherché des moyens propres à les simplifier. Ainsi la rédaction du *Tableau du mouvement des terres et de leur emploi de déblai en remblai,* qui sert à connaître la distance moyenne du transport, élément si important du prix de revient du mètre cube de terrassements, est une opération dont les difficultés et la longueur sont connues de tous ceux qui l'ont effectuée. C'est pour éviter, ou au moins abréger cette opération, que l'on avait proposé dès l'année 1835, dans un département où la rédaction des projets absorbait une partie notable du temps des ingénieurs, une *balance à calcul* fondée sur la loi générale de l'équilibre du levier. Cet instrument, dont l'admi-

nistration fit construire deux modèles, fut approuvé par l'Académie des sciences dans la séance du 25 novembre 1839.

Mais en poursuivant les recherches, entreprises à ce sujet, on finit par reconnaître que le planimètre de MM. Oppikofer et Ernst pouvait, à l'aide de modifications très simples, servir à beaucoup d'autres usages qu'à la mesure des surfaces planes. L'*arithmoplanimètre* (1), ou planimètre rendu propre à effectuer les calculs aussi bien que les opérations de planimétrie, est une machine à dessiner d'une rare précision ; muni d'échelles logarithmiques, il calcule le produit d'un nombre quelconque de facteurs élevés à des puissances quelconques, entières ou fractionnaires, positives ou négatives ; même quand il n'y a que des échelles de parties égales, il effectue la multiplication et la division ordinaires ; enfin, ce qui est encore plus important, il ramène à une opération mécanique très simple, sans aucun calcul, la recherche du résultat final du tableau du mouvement des terres. Ce dernier usage est fondé sur un théorème nouveau, dont l'énoncé abstrait est fort compliqué, mais dont la représentation géométrique peut être donnée d'une manière assez simple. Soit AB (fig. 22, pl. II) une droite au-dessus de laquelle on élève ou on abaisse par échelons successifs les perpendiculaires $1D'_1$, $2D'_1$, $R_13$, $R'_14$, $R''_15$, etc., respectivement proportionnelles aux volumes de déblai ou de remblai entre lesquels des mouvements doivent être opérés, et placées à des distances les unes des autres proportionnelles à celles des centres de gravité de ces volumes. Si l'on compte toujours par échelons ascendants les volumes de déblai indiqués par les lettres D, et par échelons descendant les volumes de remblai désignés par les lettres R, et que l'on ait commencé par rendre égaux les volumes totaux de déblai et de remblai, ce qui est facile au moyen de retroussements ou d'emprunts convenables, l'extrémité de la droite $R_120$, qui représente le dernier déblai ou remblai, tombera sur AB ; alors la somme des aires polygonales rectangulaires comprises entre les échelons successifs et la droite AB, exprimée en mètres carrés, divisée par le volume total du déblai, donnera la distance moyenne cherchée du transport de déblai en remblai. Cette expression géométrique du théorème pourra servir à abréger la recherche de la distance moyenne par la mesure directe de ces aires polygonales, dessinées

---

(1) *Voir* les *Annales des ponts et chaussées*, 2[e] sem., 1840, page 3.

préalablement, et, à plus forte raison, si l'on a recours à un instrument propre à évaluer des surfaces de ce genre. Mais l'arithmoplanimètre surtout, par le moyen de règles graduées mobiles dans des coulisses, et d'index mobiles sur les règles, se prête avec une merveilleuse facilité à la mesure de ces aires polygonales *sans qu'on soit obligé de les dessiner*.

Cet instrument, approuvé par l'Académie des sciences, le 4 mai 1840. et auquel le conseil général des ponts et chaussées, a accordé, à l'unanimité, une approbation non moins flatteuse, dans sa séance du 26 du même mois, paraît donc destiné à rendre les plus grands services aux ingénieurs. On a lieu de croire que l'arithmoplanimètre étant employé concurremment avec des tables numériques, ou peut-être même avec des tables graphiques de superficies et de largeurs semblables à celles qui ont été indiquées à la page XLI, et suffisamment étendues, tous les calculs relatifs à la rédaction des projets se trouveront réduits à un dégré de simplicité qu'il serait difficile de surpasser.

# TABLES

DES

# SUPERFICIES DE DÉBLAI ET DE REMBLAI

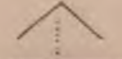
POUR TOUS LES PROFILS DE ROUTES

DE 4 MÈTRES A 12 MÈTRES DE LARGEUR ENTRE LES ARÊTES EXTÉRIEURES

DES ACCOTEMENTS.

### PROFIL DE 7 MÈTRES

*entre les arêtes extérieures des accotements.*



1° Terrain en *rampe*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | | 0,050 | | 0,100 | | 0,150 | | 0,200 | | 0,250 | |
| | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai | Remblai | Déblai. | Remblai |
| 0,00 | 0,50 | » | 1,17 | » | 1,87 | » | 2,71 | » | 3,64 | » | 4,64 | » |
| 0,20 | 1,52 | » | 2,25 | » | 3,01 | » | 3,91 | » | 4,92 | » | 6,00 | » |
| 0,40 | 2,58 | » | 3,36 | » | 4,18 | » | 5,15 | » | 6,25 | » | 7,41 | » |
| 0,60 | 3,68 | » | 4,52 | » | 5,40 | » | 6,45 | » | 7,63 | » | 8,88 | » |
| 0,80 | 4,82 | » | 5,72 | » | 6,67 | » | 7,79 | » | 9,05 | » | 10,40 | » |
| 1,00 | 6,00 | » | 6,97 | » | 7,98 | » | 9,18 | » | 10,53 | » | 11,97 | » |
| 1,20 | 7,22 | » | 8,25 | » | 9,33 | » | 10,61 | » | 12,06 | » | 13,59 | » |
| 1,40 | 8,48 | » | 9,58 | » | 10,73 | » | 10,09 | » | 13,63 | » | 15,27 | » |
| 1,60 | 9,78 | » | 10,95 | » | 12,17 | » | 13,62 | » | 15,26 | » | 17,00 | » |
| 1,80 | 11,12 | » | 12,36 | » | 13,66 | » | 15,20 | » | 16,94 | » | 18,79 | » |
| 2,00 | 12,50 | » | 13,82 | » | 13,19 | » | 16,82 | » | 18,66 | » | 20,62 | » |

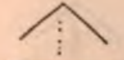


2° Terrain en *rampe*, cote en *remblai* sur l'axe.

| Remblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | | 0,050 | | 0,100 | | 0,150 | | 0,200 | | 0,250 | |
| | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai |
| 0,00 | 0,50 | » | 1,17 | » | 1,87 | » | 2,71 | » | 3,65 | » | 4,64 | » |
| 0,20 | 0,24 | 0,72 | 0,53 | 0,39 | 0,99 | 0,20 | 1,69 | 0,13 | 2,52 | 0,10 | 3,42 | 0,08 |
| 0,40 | 0,06 | 1,48 | 0,26 | 1,11 | 0,54 | 0,79 | 0,98 | 0,53 | 1,64 | 0,40 | 2,41 | 0,32 |
| 0,60 | » | 2,40 | 0,07 | 1,87 | 0,27 | 1,52 | 0,57 | 1,18 | 1,01 | 0,90 | 1,61 | 0,72 |
| 0,80 | » | 3,31 | » | 2,79 | 0,08 | 2,29 | 0,29 | 1,91 | 0,61 | 1,57 | 1,03 | 1,29 |
| 1,00 | » | 4,29 | » | 3,69 | » | 3,12 | 0,09 | 2,68 | 0,32 | 2,31 | 0,63 | 1,98 |
| 1,20 | » | 5,32 | » | 4,65 | » | 4,01 | » | 3,59 | 0,11 | 3,07 | 0,33 | 2,72 |
| 1,40 | » | 6,41 | » | 5,66 | » | 4,96 | » | 4,48 | » | 3,98 | 0,12 | 3,49 |
| 1,60 | » | 7,56 | » | 6,74 | » | 5,95 | » | 5,42 | » | 4,86 | » | 4,31 |
| 1,80 | » | 8,78 | » | 7,86 | » | 7,00 | » | 6,41 | » | 5,80 | » | 5,19 |
| 2,00 | » | 10,05 | » | 9,04 | » | 8,11 | » | 7,45 | » | 6,77 | » | 6,11 |

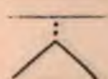
## PROFIL DE 7 MÈTRES

*entre les arêtes extérieures des accotements.*



### 3° Terrain en *pente*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | | 0,050 | | 0,100 | | 0,150 | | 0,200 | | 0,250 | |
| | Déblai. | Remblai. | Déblai. | Remblai. | Déblai. | Remblai. | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai. | Déblai. | Remblai |
| 0,00 | 0,50 | • | 0,22 | 0,33 | 0,05 | 0,67 | • | 1,22 | • | 1,70 | • | 2,48 |
| 0,20 | 1,52 | • | 0,86 | • | 0,42 | 0,12 | 0,17 | 0,41 | 0,10 | 0,84 | 0,08 | 1,48 |
| 0,40 | 2,58 | • | 1,87 | • | 1,27 | • | 0,74 | 0,06 | 0,40 | 0,28 | 0,32 | 0,75 |
| 0,60 | 3,68 | • | 2,92 | • | 2,27 | • | 1,64 | • | 1,09 | 0,03 | 0.72 | 0,27 |
| 0,80 | 4,82 | • | 4,00 | • | 3,31 | • | 2,63 | • | 2,01 | • | 1,48 | 0,01 |
| 1,00 | 6,00 | • | 5,13 | • | 4,38 | • | 3,65 | • | 2,99 | • | 2,41 | • |
| 1,20 | 7,22 | • | 6,29 | • | 5,49 | • | 4,71 | • | 4,00 | • | 3,39 | • |
| 1,40 | 8,48 | • | 7,49 | • | 6,64 | • | 5,81 | • | 5,05 | • | 4,40 | • |
| 1,60 | 9,78 | • | 8,72 | • | 7,82 | • | 6,94 | • | 6,14 | • | 5,44 | • |
| 1,80 | 11,12 | • | 10,00 | • | 9,04 | • | 8,10 | • | 7,25 | • | 6,51 | • |
| 2,00 | 12,50 | • | 11,31 | • | 10,29 | • | 9,31 | • | 8,40 | • | 7,62 | • |

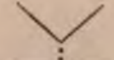


### 4° Terrain en *pente*, cote en *remblai* sur l'axe.

| Remblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | | 0,050 | | 0,100 | | 1,150 | | 0,200 | | 0,250 | |
| | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai |
| 0,00 | 0,50 | • | 0,22 | 0,33 | 0,05 | 0,67 | • | 1,22 | • | 1,70 | • | 2,48 |
| 0.20 | 0,24 | 0,72 | 0,05 | 1,09 | • | 1,60 | • | 2,16 | • | 2,74 | • | 3,64 |
| 0,40 | 0,06 | 1,48 | • | 1,93 | • | 2,53 | • | 3,19 | • | 3,86 | • | 4,91 |
| 0,60 | • | 2,40 | • | 2,84 | • | 3,53 | • | 4,29 | • | 5,08 | • | 6,27 |
| 0,80 | • | 3,31 | • | 3,83 | • | 4,60 | • | 5,46 | • | 6,37 | • | 7,73 |
| 1,00 | • | 4,29 | • | 4,87 | • | 5,75 | • | 6,72 | • | 7,76 | • | 9,28 |
| 1,20 | • | 5,32 | • | 5,98 | • | 6,96 | • | 8,05 | • | 9,23 | • | 10,93 |
| 1,40 | • | 6,41 | • | 7,16 | • | 8,24 | • | 9,46 | • | 10,78 | • | 12,67 |
| 1,60 | • | 7,56 | • | 8,40 | • | 9,59 | • | 10,95 | • | 12,42 | • | 14,51 |
| 1,80 | • | 8,78 | • | 9,71 | • | 11,02 | • | 12,51 | • | 14,15 | • | 16,44 |
| 2,00 | • | 10,05 | • | 11,08 | • | 12,51 | • | 14,15 | • | 15,96 | • | 18,48 |

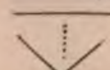
**PROFIL DE 8 MÈTRES**

***entre les arêtes extérieures des accotements.***



1° Terrain en *rampe*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | | 0,050 | | 0,100 | | 0,150 | | 0,200 | | 0,250 | |
| | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai |
| 0,00 | 0,50 | • | 1,30 | • | 2,18 | • | 3,17 | » | 4,28 | • | 5,54 | • |
| 0,20 | 1,62 | • | 2,47 | • | 3,42 | • | 4,49 | • | 5,68 | • | 7,03 | • |
| 0,40 | 2,78 | • | 3,70 | • | 4,71 | • | 5,85 | • | 7,13 | • | 8,58 | • |
| 0,60 | 3,98 | • | 4,96 | • | 6,05 | • | 7,26 | • | 8,63 | • | 10,18 | • |
| 0,80 | 5,22 | • | 6,26 | • | 7,42 | • | 8,72 | • | 10,18 | • | 11,83 | • |
| 1,00 | 6,50 | • | 7,61 | • | 8,85 | • | 10,23 | • | 11,78 | • | 13,54 | • |
| 1,20 | 7,82 | • | 9,00 | • | 10,31 | • | 11,78 | • | 13,43 | • | 15,31 | • |
| 1,40 | 9,18 | • | 10,43 | • | 11,82 | • | 13,38 | • | 15,13 | • | 17,12 | • |
| 1,60 | 10,58 | • | 11,91 | • | 13,38 | • | 15,03 | • | 16,88 | • | 18,98 | • |
| 1,80 | 12,02 | • | 13,42 | • | 14,98 | • | 16,72 | • | 18,68 | • | 20,90 | • |
| 2,00 | 13,50 | • | 14,98 | • | 16,62 | • | 18,46 | • | 20,53 | • | 22,87 | • |

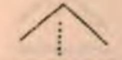


2° Terrain en *rampe*, cote en *remblai* sur l'axe.

| Remblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | | 0,050 | | 0,100 | | 0,150 | | 0,200 | | 0,250 | |
| | Déblai. | Remblai. | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai |
| 0,00 | 0,50 | • | 1,30 | • | 2,18 | • | 3,17 | • | 4,28 | • | 5,57 | • |
| 0,20 | 0,24 | 0,82 | 0,56 | 0,40 | 1,18 | 0,20 | 2,03 | 0,13 | 3,03 | 0,10 | 4,18 | 0,08 |
| 0,40 | 0,06 | 1,68 | 0,34 | 1,22 | 0,63 | 0,80 | 1,20 | 0,53 | 2,03 | 0,40 | 3,03 | 0,32 |
| 0,60 | • | 2,67 | 0,09 | 2,08 | 0,33 | 1,62 | 0,70 | 1,19 | 1,28 | 0,90 | 2,10 | 0,72 |
| 0,80 | • | 3,68 | • | 3,04 | 0,12 | 2,47 | 0,39 | 2,02 | 0,78 | 1,58 | 1,38 | 1,28 |
| 1,00 | • | 4,75 | • | 4,04 | • | 3,43 | 0,16 | 2,87 | 0,45 | 2,42 | 0,88 | 2,00 |
| 1,20 | • | 5,88 | • | 5,09 | • | 4,41 | • | 3,81 | 0,20 | 3,27 | 0,52 | 2,82 |
| 1,40 | • | 7,07 | • | 6,20 | • | 5,45 | • | 4,79 | • | 4,21 | 0,25 | 3,66 |
| 1,60 | • | 8,31 | • | 7,36 | • | 6,53 | • | 5,82 | • | 5,17 | 0,06 | 4,54 |
| 1,80 | • | 9,63 | • | 8,58 | • | 7,68 | • | 6,88 | • | 6,18 | • | 5,55 |
| 2,00 | • | 11,00 | • | 9,85 | • | 8,87 | • | 8,00 | • | 7,23 | • | 6,55 |

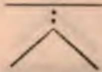
PROFIL DE 8 MÈTRES

*entre les arêtes extérieures des accotements.*



3° Terrain en *pente*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | | 0,050 | | 0,100 | | 0,150 | | 0,200 | | 0,250 | |
| | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai |
| 0,00 | 0,50 | • | 0,20 | 0,42 | • | 0,94 | • | 1,55 | • | 2,29 | • | 3,20 |
| 0,20 | 1,62 | • | 0,84 | • | 0,36 | 0,22 | 0,13 | 0,62 | 0,10 | 1,29 | 0,08 | 2,04 |
| 0,40 | 2,78 | • | 1,95 | • | 1,20 | • | 0,67 | 0,16 | 0,40 | 0,57 | 0,32 | 1,15 |
| 0,60 | 3,98 | • | 3,09 | • | 2,29 | • | 1,55 | • | 1,00 | 0,12 | 0,72 | 0,51 |
| 0,80 | 5,22 | • | 4,27 | • | 3,41 | • | 2,63 | • | 1,91 | • | 1,36 | 0,11 |
| 1,00 | 6,50 | | 5,49 | • | 4,58 | • | 3,74 | • | 2,98 | • | 2,27 | • |
| 1,20 | 7,82 | • | 6,75 | • | 5,78 | • | 4,89 | • | 4,08 | • | 3,33 | • |
| 1,40 | 9,18 | • | 8,05 | • | 7,02 | • | 6,07 | • | 5,21 | • | 4,42 | • |
| 1,60 | 10,58 | • | 9,38 | • | 8,29 | • | 7,29 | • | 6,38 | • | 5,54 | • |
| 1,80 | 12,02 | • | 10,75 | • | 9,60 | • | 8,54 | • | 7,58 | • | 6,69 | • |
| 2,00 | 13,50 | • | 12,16 | • | 10,94 | • | 9,83 | • | 8,81 | • | 7,87 | • |

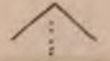


4° Terrain en *pente*, cote en *remblai* sur l'axe.

| Remblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | | 0,050 | | 0,100 | | 0,150 | | 0,200 | | 0,250 | |
| | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai |
| 0,00 | 0,50 | • | 0,20 | 0,42 | • | 0,94 | • | 1,55 | • | 2,28 | • | 3,20 |
| 0,20 | 0,24 | 0,82 | 0,03 | 1,28 | • | 1,91 | • | 2,62 | • | 3,47 | • | 4,52 |
| 0,40 | 0,06 | 1,68 | • | 2,29 | • | 2,96 | • | 3,76 | • | 4,74 | • | 5,95 |
| 0,60 | • | 2,67 | • | 3,32 | • | 4,08 | • | 4,99 | • | 6,09 | • | 7,46 |
| 0,80 | • | 3,68 | • | 4,41 | • | 5,27 | • | 6,29 | • | 7,53 | • | 9,08 |
| 1,00 | • | 4,75 | • | 5,56 | • | 6,52 | • | 7,67 | • | 9,06 | • | 10,79 |
| 1,20 | • | 5,88 | • | 6,78 | • | 7,85 | • | 9,13 | • | 10,68 | • | 12,60 |
| 1,40 | • | 7,07 | • | 8,07 | • | 9,25 | • | 10,66 | • | 12,38 | • | 14,50 |
| 1,60 | • | 8,32 | • | 9,42 | • | 10,72 | • | 12,27 | • | 14,16 | • | 16,50 |
| 1,80 | • | 9,63 | • | 10,84 | • | 12,26 | • | 13,96 | • | 16,03 | • | 18,59 |
| 2,00 | • | 11,00 | • | 12,32 | • | 13,87 | • | 15,73 | • | 17,99 | • | 20,78 |

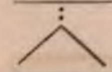
## PROFIL DE 9 MÈTRES

*entre les arêtes extérieures des accotements.*



### 1° Terrain en *rampe*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | | 0,050 | | 0,100 | | 0,150 | | 0,200 | | 0,250 | |
| | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai | Remblai | Déblai. | Remblai |
| 0,00 | 0,50 | • | 1,47 | • | 2,48 | • | 3,68 | • | 5,03 | • | 6,47 | • |
| 0,20 | 1,72 | • | 2,75 | • | 3,83 | • | 5,11 | • | 6,56 | • | 8,09 | • |
| 0,40 | 2,98 | • | 4,08 | • | 5,23 | • | 6,59 | • | 8,13 | • | 9,77 | • |
| 0,60 | 4,28 | • | 5,45 | • | 6,67 | • | 8,12 | • | 9,76 | • | 11,50 | • |
| 0,80 | 5,62 | • | 6,86 | • | 8,16 | • | 9,70 | • | 11,44 | • | 13,29 | • |
| 1,00 | 7,00 | • | 8,32 | • | 9,69 | • | 11,32 | • | 13,16 | • | 15,12 | • |
| 1,20 | 8,42 | • | 9,81 | • | 11,27 | • | 12,99 | • | 14,94 | • | 17,01 | • |
| 1,40 | 9,88 | • | 11,35 | • | 12,89 | • | 14,71 | • | 16,77 | • | 18,96 | • |
| 1,60 | 11,38 | • | 12,93 | • | 14,55 | • | 16,48 | • | 18,65 | • | 20,96 | • |
| 1,80 | 12,92 | • | 14,56 | • | 16,26 | • | 18,29 | • | 20,57 | • | 23,01 | • |
| 2,00 | 14,50 | • | 16,22 | • | 18,02 | • | 20,15 | • | 22,55 | • | 25,11 | • |

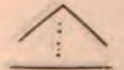


### 2° Terrain en *rampe*, cote en *remblai* sur l'axe.

| Remblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | | 0,050 | | 0,100 | | 0,150 | | 0,200 | | 0,250 | |
| | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai |
| 0.00 | 0,50 | • | 1,47 | • | 2,48 | • | 3,68 | • | 5,03 | • | 6,47 | • |
| 0,20 | 0,24 | 0,92 | 0,62 | 0,39 | 1,37 | 0,20 | 2,42 | 0,13 | 3,65 | 0,10 | 4,98 | 0,08 |
| 0,40 | 0,06 | 1,88 | 0,32 | 1,30 | 0,71 | 0,81 | 1,48 | 0,53 | 2,52 | 0,40 | 3,70 | 0,32 |
| 0,60 | • | 2,97 | 0,11 | 2,25 | 0,39 | 1,71 | 0.85 | 1,20 | 1,64 | 0,90 | 2,64 | 0,72 |
| 0,80 | • | 4,08 | • | 3,31 | 0,16 | 2.66 | 0,49 | 2,09 | 1,01 | 1,59 | 1,79 | 1,29 |
| 1,00 | • | 5,25 | • | 4,40 | • | 3,70 | 0,23 | 3,03 | 0,61 | 2,47 | 1,16 | 2,01 |
| 1,20 | • | 6,48 | • | 5,54 | • | 4,77 | 0.05 | 4,00 | 0,32 | 3,40 | 0,72 | 2,88 |
| 1,40 | • | 7,77 | • | 6,74 | • | 5,90 | • | 5,11 | 0,11 | 4,37 | 0,40 | 3,81 |
| 1,60 | • | 9,12 | • | 8,00 | • | 7,07 | • | 6,21 | • | 5,45 | 0,16 | 4,77 |
| 1,80 | • | 10,53 | • | 9,31 | • | 8,30 | • | 7,36 | • | 6,53 | • | 5,83 |
| 2,00 | • | 12,01 | • | 10,67 | • | 9,58 | • | 8,56 | • | 7,66 | • | 6,90 |

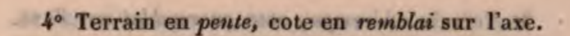
PROFIL DE 9 MÈTRES

*entre les arêtes extérieures des accotements.*



3° Terrain en *pente,* cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. 0,000 | | 0,050 | | 0,100 | | 0,150 | | 0,200 | | 0,250 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Déblai. | Remblai. | Déblai. | Remblai. | Déblai. | Remblai. | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai. | Déblai. | Remblai. |
| 0,00 | 0,50 | » | 0,17 | 0,54 | » | 1,18 | » | 1,96 | » | 2,92 | » | 4,03 |
| 0,20 | 1,72 | » | 0,80 | 0,01 | 0,33 | 0,34 | 0,13 | 0,97 | 0,10 | 1,77 | 0,08 | 2,72 |
| 0,40 | 2,98 | » | 1,97 | » | 1,15 | 0,01 | 0,61 | 0,30 | 0,40 | 0,91 | 0,32 | 1,67 |
| 0,60 | 4,28 | » | 3,22 | » | 2,32 | » | 1,46 | 0,02 | 0,90 | 0,33 | 0,72 | 0,87 |
| 0,80 | 5,62 | » | 4,50 | » | 3,54 | » | 2,60 | » | 1,79 | 0,03 | 1,29 | 0,33 |
| 1,00 | 7,00 | » | 5,81 | » | 4,79 | » | 3,80 | » | 2,90 | » | 2,16 | 0,04 |
| 1,20 | 8,42 | » | 7,16 | » | 6,09 | » | 5,04 | » | 4,08 | » | 3,25 | » |
| 1,40 | 9,88 | » | 8,55 | » | 7,41 | » | 6,31 | » | 5,30 | » | 4,42 | » |
| 1,60 | 11,38 | » | 9,98 | » | 8,78 | » | 7,61 | » | 6,55 | » | 5,62 | » |
| 1,80 | 12,92 | » | 11,44 | » | 10,18 | » | 8,95 | » | 7,83 | » | 6,86 | » |
| 2,00 | 14,50 | » | 12,95 | » | 11,62 | » | 10,33 | » | 9,15 | » | 8,12 | » |

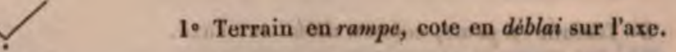


4° Terrain en *pente,* cote en *remblai* sur l'axe.

| Remblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. 0,000 | | 0,050 | | 0,100 | | 1,150 | | 0,200 | | 0,250 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai |
| 0,00 | 0,50 | » | 0,17 | 0,54 | » | 1,18 | » | 1,96 | » | 2,92 | » | 4,03 |
| 0,20 | 0,24 | 0,92 | 0,02 | 1,51 | » | 2,27 | » | 3,16 | » | 4,25 | » | 5,51 |
| 0,40 | 0,06 | 1,88 | » | 2,64 | » | 3,44 | » | 4,44 | » | 5,67 | » | 7,09 |
| 0,60 | » | 2,97 | » | 3,78 | » | 4,67 | » | 5,80 | » | 7,17 | » | 8,77 |
| 0,80 | » | 4,08 | » | 4,98 | » | 5,97 | » | 7,23 | » | 8,76 | » | 10,54 |
| 1,00 | » | 5,25 | » | 6,25 | » | 7,35 | » | 8,74 | » | 10,44 | » | 12,41 |
| 1,20 | » | 6,48 | » | 7,58 | » | 8,79 | » | 10,33 | » | 12,20 | » | 14,38 |
| 1,40 | » | 7,77 | » | 8,98 | » | 10,31 | » | 11,99 | » | 14,05 | » | 16,44 |
| 1,60 | » | 9,12 | » | 10,44 | » | 11,89 | » | 13,73 | » | 15,98 | » | 18,59 |
| 1,80 | » | 10,53 | » | 11,97 | » | 13,55 | » | 15,55 | » | 18,00 | » | 20,84 |
| 2,00 | » | 12,01 | » | 13,56 | » | 15,28 | » | 17,45 | » | 20,10 | » | 23,19 |

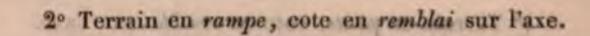
PROFIL DE 10 MÈTRES

*entre les arêtes extérieures des accotements.*



1° Terrain en *rampe*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. 0,000 | | 0,050 | | 0,100 | | 0,150 | | 0,200 | | 0,250 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai |
| 0,00 | 0,50 | • | 1,61 | • | 2,85 | • | 4,22 | • | 5,78 | • | 7,54 | • |
| 0,20 | 1,82 | • | 3,00 | • | 4,31 | • | 5,78 | • | 7,43 | • | 9,30 | • |
| 0,40 | 3,18 | • | 4,43 | • | 5,82 | • | 7,38 | • | 9,13 | • | 11,11 | • |
| 0,60 | 4,58 | • | 5,91 | • | 7,38 | • | 9,03 | • | 10,88 | • | 12,98 | • |
| 0,80 | 6,02 | • | 7,42 | • | 8,98 | • | 10,72 | • | 12,68 | • | 14,90 | • |
| 1,00 | 7,50 | • | 8,98 | • | 10,62 | • | 12,46 | • | 14,53 | • | 16,87 | • |
| 1,20 | 9,02 | • | 10,58 | • | 12,31 | • | 14,25 | • | 16,43 | • | 18,90 | • |
| 1,40 | 10,58 | • | 12,22 | • | 14,05 | • | 16,09 | • | 18,38 | • | 20,98 | • |
| 1,60 | 12,18 | • | 13,91 | • | 15,82 | • | 17,97 | • | 20,38 | • | 23,11 | • |
| 1,80 | 13,82 | • | 15,63 | • | 17,65 | • | 19,90 | • | 22,43 | • | 25,30 | • |
| 2,00 | 15,50 | • | 17,40 | • | 19,51 | • | 21,88 | • | 24,53 | • | 27,54 | • |



2° Terrain en *rampe*, cote en *remblai* sur l'axe.

| Remblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. 0,000 | | 0,050 | | 0,100 | | 0,150 | | 0,200 | | 0,250 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Déblai. | Remblai. | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai |
| 0,00 | 0,50 | • | 1,61 | • | 2,85 | • | 4,23 | • | 5,78 | • | 7,54 | • |
| 0,20 | 0,24 | 1,02 | 0,66 | 0,40 | 1,62 | 0,20 | 2,85 | 0,13 | 4,28 | 0,10 | 5,91 | 0,08 |
| 0,40 | 0,06 | 2,08 | 0,38 | 1,42 | 0,84 | 0,80 | 1,79 | 0,53 | 3,03 | 0,40 | 4,49 | 0,32 |
| 0,60 | • | 3,26 | 0,16 | 2,47 | 0,47 | 1,75 | 1,05 | 1,20 | 2,03 | 0,90 | 3,29 | 0,72 |
| 0,80 | • | 4,47 | • | 3,58 | 0,22 | 2,79 | 0,61 | 2,13 | 1,28 | 1,60 | 2,31 | 1,28 |
| 1,00 | • | 5,74 | • | 4,76 | 0,04 | 3,86 | 0,32 | 3,15 | 0,78 | 2,50 | 1,53 | 2,00 |
| 1,20 | • | 7,07 | • | 6,00 | • | 5,06 | 0,11 | 4,21 | 0,45 | 3,52 | 0,97 | 2,88 |
| 1,40 | • | 8,46 | • | 7,29 | • | 6,27 | • | 5,37 | 0,20 | 4,57 | 0,60 | 3,88 |
| 1,60 | • | 9,91 | • | 8,64 | • | 7,53 | • | 6,56 | • | 5,71 | 0,31 | 4,92 |
| 1,80 | • | 11,42 | • | 10,04 | • | 8,84 | • | 7,79 | • | 6,87 | 0,10 | 6,00 |
| 2,00 | • | 12,99 | • | 11,50 | • | 10,21 | • | 9,07 | • | 8,08 | • | 7,18 |

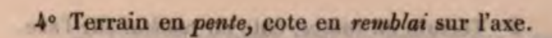
PROFIL DE 10 MÈTRES

*entre les arêtes extérieures des accotements.*



3° Terrain en *pente*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | | 0,050 | | 0,100 | | 0,150 | | 0,200 | | 0,250 | |
| | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai |
| 0,00 | 0,50 | • | 0,15 | 0,66 | • | 1,47 | • | 2,42 | • | 3,56 | • | 4,99 |
| 0,20 | 1,82 | • | 0,78 | 0,02 | 0,28 | 0,50 | 0,13 | 1,30 | 0,10 | 2,27 | 0,08 | 3,52 |
| 0,40 | 3,18 | • | 2,04 | • | 1,07 | 0,05 | 0,53 | 0,53 | 0,40 | 1,27 | 0,32 | 2,30 |
| 0,60 | 4,58 | • | 3,38 | • | 2,29 | • | 1,38 | 0,09 | 0,90 | 0,56 | 0,72 | 1,35 |
| 0,80 | 6,02 | • | 4,75 | • | 3,60 | • | 2,54 | • | 1,70 | 0,12 | 1,28 | 0,64 |
| 1,00 | 7,50 | • | 6,16 | • | 4,94 | • | 3,83 | • | 2,81 | • | 2,04 | 0,16 |
| 1,20 | 9,02 | • | 7,61 | • | 6,32 | • | 5,15 | • | 4,08 | • | 3,09 | • |
| 1,40 | 10,58 | • | 9,09 | • | 7,74 | • | 6,51 | • | 5,38 | • | 4,34 | • |
| 1,60 | 12,18 | • | 10,62 | • | 9,20 | • | 7,90 | • | 6,71 | • | 5,62 | • |
| 1,80 | 13,82 | • | 12,18 | • | 10,69 | • | 9,33 | • | 8,08 | • | 6,93 | • |
| 2,00 | 15,50 | • | 13,78 | • | 12,22 | • | 10,79 | • | 9,48 | • | 8,28 | • |

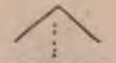


4° Terrain en *pente*, cote en *remblai* sur l'axe.

| Remblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | | 0,050 | | 0,100 | | 0,150 | | 0,200 | | 0,250 | |
| | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai |
| 0,00 | 0,50 | • | 0,15 | 0,66 | • | 1,47 | • | 2,41 | • | 3,56 | • | 4,99 |
| 0,20 | 0,24 | 1,02 | • | 1,78 | • | 2,68 | • | 3,74 | • | 5,03 | • | 6,64 |
| 0,40 | 0,06 | 2,08 | • | 2,96 | • | 3,96 | • | 5,15 | • | 6,59 | • | 8,38 |
| 0,60 | • | 3,26 | • | 4,20 | • | 5,31 | • | 6,63 | • | 8,23 | • | 10,21 |
| 0,80 | • | 4,47 | • | 5,51 | • | 6,73 | • | 8,19 | • | 9,95 | • | 12,15 |
| 1,00 | • | 5,74 | • | 6,88 | • | 8,22 | • | 9,82 | • | 11,77 | • | 14,18 |
| 1,20 | • | 7 07 | • | 8,32 | • | 9,79 | • | 11,54 | • | 13,67 | • | 16,30 |
| 1,40 | • | 8,46 | • | 9,82 | • | 11,42 | • | 13,33 | • | 15,65 | • | 18,53 |
| 1,60 | • | 9,91 | • | 11,39 | • | 13,13 | • | 15,20 | • | 17,72 | • | 20,84 |
| 1,80 | • | 11,42 | • | 13,01 | • | 14,90 | • | 17,15 | • | 19,88 | • | 23,26 |
| 2,00 | • | 12,99 | • | 14,71 | • | 16,75 | • | 19,17 | • | 22,12 | • | 25,77 |

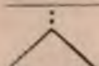
PROFIL DE 11 MÈTRES

*entre les arêtes extérieures des accotements.*



1° Terrain en *rampe*, cote en *déblai* sur l'axe.

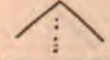
| Déblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | | 0,050 | | 0,100 | | 0,150 | | 0,200 | | 0,250 | |
| | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai | Remblai | Déblai. | Remblai |
| 0,00 | 0,50 | » | 1,82 | » | 3,20 | » | 4,82 | » | 6,66 | » | 8,62 | » |
| 0,20 | 1,92 | » | 3,31 | » | 4,78 | » | 6,49 | » | 8,44 | » | 10,52 | » |
| 0,40 | 3,38 | » | 4,85 | » | 6,39 | » | 8,21 | » | 10,27 | » | 12,46 | » |
| 0,60 | 4,88 | » | 6,43 | » | 8,05 | » | 9,98 | » | 12,15 | » | 14,46 | » |
| 0,80 | 6,42 | » | 8,06 | » | 9,76 | » | 11,79 | » | 14,07 | » | 16,51 | » |
| 1,00 | 8,00 | » | 9,72 | » | 11,52 | » | 13,65 | » | 16,05 | » | 18,61 | » |
| 1,20 | 9,62 | » | 11,43 | » | 13,32 | » | 15,55 | » | 18,08 | » | 20,77 | » |
| 1,40 | 11,28 | » | 13,18 | » | 15,16 | » | 17,51 | » | 20,15 | » | 22,98 | » |
| 1,60 | 12,98 | » | 14,97 | » | 17,04 | » | 19,51 | » | 22,28 | » | 25,24 | » |
| 1,80 | 14,72 | » | 16,80 | » | 18,97 | » | 21,55 | » | 24,46 | » | 27,56 | » |
| 2,00 | 16,50 | » | 18,68 | » | 20,95 | » | 23,65 | » | 26,69 | » | 29,93 | » |



2° Terrain en *rampe*, cote en *remblai* sur l'axe.

| Remblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | | 0,050 | | 0,100 | | 0,150 | | 0,200 | | 0,250 | |
| | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai |
| 0.00 | 0,50 | » | 1,82 | » | 3,19 | » | 4,82 | » | 6,66 | » | 8,62 | » |
| 0,20 | 0,24 | 1,12 | 0,76 | 0,40 | 1,86 | 0,20 | 3,33 | 0,13 | 5,04 | 0,10 | 6,87 | 0,08 |
| 0,40 | 0,06 | 2,28 | 0,39 | 1,44 | 0,98 | 0,81 | 2,15 | 0,53 | 3,67 | 0,40 | 5,32 | 0,32 |
| 0,60 | » | 3,67 | 0,16 | 2,58 | 0,54 | 1,80 | 1,29 | 1,20 | 2,53 | 0,90 | 3,99 | 0,72 |
| 0,80 | » | 4,98 | » | 3,90 | 0,26 | 2,93 | 0,74 | 2,13 | 1,65 | 1,59 | 2,88 | 1,29 |
| 1,00 | » | 6,35 | » | 5,18 | 0,21 | 4,10 | 0,42 | 3,24 | 1,02 | 2,49 | 1,98 | 2,01 |
| 1,20 | » | 7,78 | » | 6,52 | » | 5,47 | 0,18 | 4,39 | 0,61 | 3,56 | 1,29 | 2,89 |
| 1,40 | » | 9,28 | » | 7,90 | » | 6,78 | » | 5,72 | 0,32 | 4,70 | 0,81 | 3,93 |
| 1,60 | » | 10,83 | » | 9,35 | » | 8,13 | » | 6,99 | 0,11 | 5,86 | 0,47 | 5,06 |
| 1,80 | » | 12,45 | » | 10,85 | » | 9,54 | » | 8,31 | » | 7,23 | 0,21 | 6,21 |
| 2,00 | » | 14,12 | » | 12,40 | » | 10,99 | » | 9,67 | » | 8,51 | » | 7,41 |

### PROFIL DE 11 MÈTRES
*entre les arêtes extérieures des accotements.*



3° Terrain en *pente*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | | 0,050 | | 0,100 | | 0,150 | | 0,200 | | 0,250 | |
| | Déblai. | Remblai. | Déblai. | Remblai. | Déblai. | Remblai. | Déblai. | Remblai. | Déblai. | Remblai. | Déblai. | Remblai. |
| 0,00 | 0,50 | • | 0,12 | 0,81 | • | 1,85 | • | 3,03 | • | 4,31 | • | 6,14 |
| 0,20 | 1,92 | • | 0,73 | 0,07 | 0,25 | 0,67 | 0,13 | 1,77 | 0,10 | 2,88 | 0,08 | 4,50 |
| 0,40 | 3,38 | • | 2,05 | • | 1,03 | 0,12 | 0,53 | 0,86 | 0,40 | 1,74 | 0,32 | 3,12 |
| 0,60 | 4,88 | • | 3,48 | • | 2,28 | • | 1,31 | 0,20 | 0,90 | 0,87 | 0,72 | 2,00 |
| 0,80 | 6,42 | • | 4,94 | • | 3,68 | • | 2,45 | • | 1,59 | 0,30 | 1,29 | 1,14 |
| 1,00 | 8,00 | • | 6,45 | • | 5,12 | • | 3,83 | • | 2,67 | 0,03 | 2,01 | 0,53 |
| 1,20 | 9,62 | • | 7,99 | • | 6,59 | • | 5,23 | • | 3,99 | • | 3,00 | 0,08 |
| 1,40 | 11,28 | • | 9,57 | • | 8,10 | • | 6,68 | • | 5,38 | • | 4,24 | • |
| 1,60 | 12,98 | • | 11,19 | • | 9,65 | • | 8,16 | • | 6,79 | • | 5,61 | • |
| 1,80 | 14,72 | • | 12,84 | • | 11,23 | • | 9,67 | • | 8,24 | • | 7,00 | • |
| 2,00 | 16,50 | • | 14,54 | • | 12,85 | • | 11,22 | • | 9,72 | • | 8,43 | • |

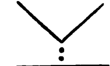


4° Terrain en *pente*, cote en *remblai* sur l'axe.

| Remblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | | 0,050 | | 0,100 | | 0,150 | | 0,200 | | 0,250 | |
| | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai |
| 0,00 | 0,50 | • | 0,12 | 0,81 | • | 1,85 | • | 3,03 | • | 4,31 | • | 6,14 |
| 0,20 | 0,24 | 1,12 | • | 2,02 | • | 3,18 | • | 4,49 | • | 5,92 | • | 7,95 |
| 0,40 | 0,01 | 2,28 | • | 3,31 | • | 4,59 | • | 6,04 | • | 7,62 | • | 9,86 |
| 0,60 | • | 3,66 | • | 4,66 | • | 6,06 | • | 7,65 | • | 9,41 | • | 11,86 |
| 0,80 | • | 4,98 | • | 6,08 | • | 7,60 | • | 9,35 | • | 11,28 | • | 13,96 |
| 1,00 | • | 6,35 | • | 7,56 | • | 9,22 | • | 11,12 | • | 13,24 | • | 16,15 |
| 1,20 | • | 7,79 | • | 9,10 | • | 10,90 | • | 12,97 | • | 15,29 | • | 18,44 |
| 1,40 | • | 9,28 | • | 10,72 | • | 12,66 | • | 14,90 | • | 17,42 | • | 20,83 |
| 1,60 | • | 10,84 | • | 12,39 | • | 14,48 | • | 16,91 | • | 19,64 | • | 23,30 |
| 1,80 | • | 12,45 | • | 14,13 | • | 16,38 | • | 18,99 | • | 21,94 | • | 25,88 |
| 2,00 | • | 14,12 | • | 15,94 | • | 18,35 | • | 21,15 | • | 24,33 | • | 28,56 |

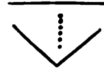
PROFIL DE 12 MÈTRES.

*entre les arêtes extérieures des accotements.*



1° Terrain en *rampe*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | | 0,050 | | 0,100 | | 0,150 | | 0,200 | | 0,250 | |
| | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai |
| 0,00 | 0,50 | • | 2,01 | • | 3,59 | • | 5,46 | • | 7,58 | • | 9,13 | • |
| 0,20 | 2,02 | • | 3,61 | • | 5,28 | • | 7,25 | • | 9,48 | • | 11,85 | • |
| 0,40 | 3,58 | • | 5,26 | • | 7,01 | • | 9,09 | • | 11,43 | • | 13,93 | • |
| 0,60 | 5,18 | • | 6,94 | • | 8,79 | • | 10,97 | • | 13,43 | • | 16,06 | • |
| 0,80 | 6,82 | • | 8,67 | • | 10,61 | • | 12,90 | • | 15,49 | • | 18,24 | • |
| 1,00 | 8,50 | • | 10,44 | • | 12,47 | • | 14,88 | • | 17,59 | • | 20,48 | • |
| 1,20 | 10,22 | • | 12,25 | • | 14,38 | • | 16,90 | • | 19,74 | • | 22,77 | • |
| 1,40 | 11,98 | • | 14,11 | • | 16,33 | • | 18,97 | • | 21,94 | • | 25,11 | • |
| 1,60 | 13,78 | • | 16,01 | • | 18,33 | • | 21,09 | • | 24,20 | • | 27,51 | • |
| 1,80 | 15,62 | • | 17,94 | • | 20,37 | • | 23,25 | • | 26,50 | • | 29,96 | • |
| 2,00 | 17,50 | • | 19,93 | • | 22,46 | • | 25,46 | • | 28,85 | • | 32,46 | • |

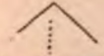


2° Terrain en *rampe*, cote en *remblai* sur l'axe.

| Remblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | | 0,050 | | 0,100 | | 0,150 | | 0,200 | | 0,250 | |
| | Déblai. | Remblai. | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai |
| 0,00 | 0,50 | • | 2,01 | • | 3,59 | • | 5,46 | • | 7,58 | • | 9,83 | • |
| 0,20 | 0,24 | 1,22 | 0,84 | 0,39 | 2,15 | 0,20 | 3,86 | 0,13 | 5,82 | 0,10 | 7,93 | 0,08 |
| 0,40 | 0,06 | 2,48 | 0,42 | 1,49 | 1,16 | 0,81 | 2,56 | 0,53 | 4,32 | 0,40 | 6,26 | 0,32 |
| 0,60 | • | 3,87 | 0,18 | 2,72 | 0,61 | 1,82 | 1,58 | 1,20 | 3,06 | 0,90 | 4,80 | 0,72 |
| 0,80 | • | 5,28 | 0,02 | 4,00 | 0,32 | 3,04 | 0,91 | 2,13 | 2,06 | 1,59 | 3,55 | 1,29 |
| 1,00 | • | 6,76 | • | 5,42 | 0,11 | 4,29 | 0,53 | 3,30 | 1,30 | 2,49 | 2,51 | 2,01 |
| 1,20 | • | 8,29 | • | 6,84 | • | 5,66 | 0,26 | 4,54 | 0,79 | 3,58 | 1,69 | 2,89 |
| 1,40 | • | 9,88 | • | 8,32 | • | 7,05 | 0,07 | 5,81 | 0,46 | 4,80 | 1,09 | 3,94 |
| 1,60 | • | 11,53 | • | 9,85 | • | 8,48 | • | 7,20 | 0,20 | 6,05 | 0,67 | 5,12 |
| 1,80 | • | 13,24 | • | 11,44 | • | 9,97 | • | 8,60 | • | 7,39 | 0,36 | 6,36 |
| 2,00 | • | 15,01 | • | 13,09 | • | 11,51 | • | 10,05 | • | 8,75 | 0,14 | 7,62 |

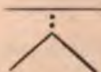
PROFIL DE 12 MÈTRES

*entre les arêtes extérieures des accotements.*



3° Terrain en *pente*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | | 0,050 | | 0,100 | | 0,150 | | 0,200 | | 0,250 | |
| | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai |
| 0,00 | 0,50 | » | 0,10 | 0,97 | » | 2,10 | » | 3,49 | » | 5,19 | » | 7,16 |
| 0,20 | 2,02 | » | 0,70 | 0,12 | 0,20 | 0,93 | 0,13 | 2,11 | 0,10 | 3,61 | 0,08 | 5,37 |
| 0,40 | 3,58 | » | 2,07 | » | 0,98 | 0,21 | 0,53 | 1,08 | 0,40 | 2,32 | 0,32 | 3,84 |
| 0,60 | 5,18 | » | 3,59 | » | 2,23 | » | 1,25 | 0,35 | 0,90 | 1,31 | 0,72 | 2,58 |
| 0,80 | 6,82 | » | 5,15 | » | 3,72 | » | 2,37 | 0,04 | 1,59 | 0,59 | 1,29 | 1,55 |
| 1,00 | 8,50 | » | 6,75 | » | 5,25 | » | 3,79 | » | 2,59 | 0,13 | 2,01 | 0,79 |
| 1,20 | 10,22 | » | 8,38 | » | 6,81 | » | 5,28 | » | 3,89 | » | 2,89 | 0,28 |
| 1,40 | 11,98 | » | 10,06 | » | 8,41 | » | 6,81 | » | 5,35 | » | 4,11 | 0,02 |
| 1,60 | 13,78 | » | 11,77 | » | 10,05 | » | 8,38 | » | 6,85 | » | 5,53 | » |
| 1,80 | 15,62 | » | 13,52 | » | 11,72 | » | 9,98 | » | 8,38 | » | 7,00 | » |
| 2,00 | 17,50 | » | 15,31 | » | 13,44 | » | 11,61 | » | 9,95 | » | 8,52 | » |



4° Terrain en *pente*, cote en *remblai* sur l'axe.

| Remblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | | 0,050 | | 0,100 | | 0,150 | | 0,200 | | 0,250 | |
| | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai | Déblai. | Remblai |
| 0,00 | 0,50 | » | 0,10 | 0,97 | » | 2,10 | » | 3,49 | » | 5,19 | » | 7,16 |
| 0,20 | 0,24 | 1,22 | » | 2,33 | » | 3,54 | » | 5,08 | » | 6,95 | » | 9,13 |
| 0,40 | 0,06 | 2,48 | » | 3,73 | » | 5,06 | » | 6,74 | » | 8,80 | » | 11,19 |
| 0,60 | » | 3,87 | » | 5,19 | » | 6,64 | » | 8,48 | » | 10,73 | » | 13,34 |
| 0,80 | » | 5,28 | » | 6,72 | » | 8,30 | » | 10,30 | » | 12,75 | » | 15,59 |
| 1,00 | » | 6,76 | » | 8,31 | » | 10,03 | » | 12,20 | » | 14,85 | » | 17,94 |
| 1,20 | » | 8,29 | » | 9,97 | » | 11,82 | » | 14,18 | » | 17,04 | » | 20,38 |
| 1,40 | » | 9,88 | » | 11,69 | » | 13,69 | » | 16,23 | » | 19,32 | » | 22,92 |
| 1,60 | » | 11,53 | » | 13,48 | » | 15,63 | » | 18,36 | » | 21,68 | » | 25,56 |
| 1,80 | » | 13,24 | » | 15,33 | » | 17,64 | » | 20,57 | » | 24,13 | » | 28,29 |
| 2,00 | » | 15,01 | » | 17,25 | » | 19,72 | » | 22,85 | » | 26,67 | » | 31,11 |

# TABLES DES LARGEURS

POUR TOUS LES PROFILS DE ROUTES COMPRIS ENTRE 4 MÈTRES ET 12 MÈTRES SANS LES FOSSÉS.



PROFIL DE 4 MÈTRES

*entre les arêtes extérieures des accotements.*

1° Terrain en *rampe*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 | 3,00 | 3,16 | 3,33 | 3,53 | 3,76 | 4,00 |
| 0,20 | 3,20 | 3,37 | 3,55 | 3,76 | 4,01 | 4,26 |
| 0,40 | 3,40 | 3,58 | 3,77 | 4,00 | 4,26 | 4,53 |
| 0,60 | 3,60 | 3,79 | 4,00 | 4,24 | 4,51 | 4,79 |
| 0,80 | 3,80 | 4,00 | 4,22 | 4,47 | 4,76 | 5,06 |
| 1,00 | 4,00 | 4,22 | 4,44 | 4,71 | 5,01 | 5,33 |
| 1,20 | 4,20 | 4,43 | 4,66 | 4,94 | 5,26 | 5,59 |
| 1,40 | 4,40 | 4,64 | 4,88 | 5,18 | 5,51 | 5,86 |
| 1,60 | 4,60 | 4,85 | 5,10 | 5,41 | 5,76 | 6,12 |
| 1,80 | 4,80 | 5,06 | 5,33 | 5,65 | 6,01 | 6,39 |
| 2,00 | 5,00 | 5,27 | 5,55 | 5,89 | 6,26 | 6,66 |

2° Terrain en *ramp*[...] sur l'[...]

| Remblai sur l'axe. | Rampe par mètre du t[...] 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,1[...] |
|---|---|---|---|---|
| 0,00 | 3,00 | 3,16 | 3,33 | 3, |
| 0,20 | 2,80 | 2,95 | 3,11 | 3, |
| 0,40 | 2,61 | 2,74 | 2,89 | 3, |
| 0,60 | 2,91 | 2,68 | 2,53 | 2, |
| 0,80 | 3,21 | 2,95 | 2,80 | 2, |
| 1,00 | 3,51 | 3,23 | 3,06 | 2, |
| 1,20 | 3,81 | 3,51 | 3,32 | 3, |
| 1,40 | 4,11 | 3,79 | 3,58 | 3, |
| 1,60 | 4,41 | 4,07 | 3,84 | 3, |
| 1,80 | 4,71 | 4,35 | 4,10 | 3, |
| 2,00 | 5,01 | 4,63 | 4,36 | 4, |

3° Terrain en *pente*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 | 3,00 | 2,85 | 2,73 | 2,59 | 2,84 | 3,21 |
| 0,20 | 3,20 | 3,04 | 2,91 | 2,78 | 2,41 | 2,73 |
| 0,40 | 3,40 | 3,24 | 3,09 | 2,96 | 2,83 | 2,72 |
| 0,60 | 3,60 | 3,43 | 3,28 | 3,13 | 3,00 | 2,88 |
| 0,80 | 3,80 | 3,62 | 3,46 | 3,30 | 3,17 | 3,04 |
| 1,00 | 4,00 | 3,81 | 3,64 | 3,48 | 3,33 | 3,20 |
| 1,20 | 4,20 | 4,00 | 3,82 | 3,65 | 3,50 | 3,36 |
| 1,40 | 4,40 | 4,19 | 4,00 | 3,83 | 3,66 | 3,52 |
| 1,60 | 4,60 | 4,38 | 4,19 | 4,00 | 3,83 | 3,68 |
| 1,80 | 4,80 | 4,57 | 4,37 | 4,17 | 4,00 | 3,84 |
| 2,00 | 5,00 | 4,76 | 4,55 | 4,35 | 4,16 | 4,00 |

4° Terrain en *pente*[...] sur l'[...]

| Remblai sur l'axe. | Pente par mètre du te[...] 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,1[...] |
|---|---|---|---|---|
| 0,00 | 3,00 | 2,85 | 2,73 | 2, |
| 0,20 | 2,80 | 2,47 | 2,71 | 2, |
| 0,40 | 2,61 | 2,79 | 3,07 | 3, |
| 0,60 | 2,91 | 3,12 | 3,42 | 3, |
| 0,80 | 3,21 | 3,44 | 3,77 | 4, |
| 1,00 | 3,51 | 3,77 | 4,12 | 4, |
| 1,20 | 3,81 | 4,09 | 4,48 | 4, |
| 1,40 | 4,11 | 4,42 | 4,83 | 5, |
| 1,60 | 4,41 | 4,74 | 5,18 | 5, |
| 1,80 | 4,71 | 5,07 | 5,53 | 6, |
| 2,00 | 5,01 | 5,39 | 5,89 | 6, |

PROFIL DE 5 MÈTRES

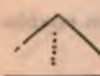
*entre les arêtes extérieures des accotements.*

1° Terrain en *rampe*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 3,50 | 3,69 | 3,88 | 4,12 | 4,38 | 4,66 |
| 0,20 | 3,70 | 3,90 | 4,11 | 4,35 | 4,63 | 4,93 |
| 0,40 | 3,90 | 4,11 | 4,33 | 4,59 | 4,88 | 5,19 |
| 0,60 | 4,10 | 4,32 | 4,55 | 4,82 | 5,13 | 5,46 |
| 0,80 | 4,30 | 4,53 | 4,77 | 5,06 | 5,38 | 5,73 |
| 1,00 | 4,50 | 4,74 | 4,99 | 5,29 | 5,63 | 5,99 |
| 1,20 | 4,70 | 4,95 | 5,22 | 5,53 | 5,88 | 6,26 |
| 1,40 | 4,90 | 5,16 | 5,44 | 5,76 | 6,13 | 6,52 |
| 1,60 | 5,10 | 5,37 | 5,66 | 6,00 | 6,38 | 6,79 |
| 1,80 | 5,30 | 5,58 | 5,88 | 6,24 | 6,63 | 7,06 |
| 2,00 | 5,50 | 5,80 | 6,10 | 6,47 | 6,88 | 7,32 |

2° Terrain en *rampe*, cote en *remblai* sur l'axe.

| Remblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 3,50 | 3,69 | 3,88 | 4,12 | 4,38 | 4,66 |
| 0,20 | 3,30 | 3,48 | 3,66 | 3,88 | 4,13 | 4,39 |
| 0,40 | 3,12 | 3,27 | 3,44 | 3,65 | 3,88 | 4,13 |
| 0,60 | 3,42 | 3,18 | 3,22 | 3,41 | 3,63 | 3,86 |
| 0,80 | 3,72 | 3,46 | 3,21 | 3,04 | 3,38 | 3,59 |
| 1,00 | 4,02 | 3,74 | 3,47 | 3,28 | 3,09 | 3,33 |
| 1,20 | 4,32 | 4,01 | 3,74 | 3,53 | 3,32 | 3,12 |
| 1,40 | 4,62 | 4,29 | 4,00 | 3,77 | 3,55 | 3,34 |
| 1,60 | 4,92 | 4,57 | 4,26 | 4,02 | 3,78 | 3,56 |
| 1,80 | 5,22 | 4,85 | 4,52 | 4,26 | 4,01 | 3,78 |
| 2,00 | 5,52 | 5,13 | 4,78 | 4,51 | 4,24 | 4,00 |



3° Terrain en *pente*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 3,50 | 3,33 | 3,18 | 3,25 | 3,57 | 4,02 |
| 0,20 | 3,70 | 3,52 | 3,37 | 3,22 | 3,14 | 3,54 |
| 0,40 | 3,90 | 3,71 | 3,55 | 3,39 | 3,25 | 3,07 |
| 0,60 | 4,10 | 3,90 | 3,73 | 3,57 | 3,41 | 3,28 |
| 0,80 | 4,30 | 4,09 | 3,91 | 3,74 | 3,58 | 3,44 |
| 1,00 | 4,50 | 4,28 | 4,09 | 3,91 | 3,75 | 3,60 |
| 1,20 | 4,70 | 4,47 | 4,28 | 4,09 | 3,91 | 3,76 |
| 1,40 | 4,90 | 4,66 | 4,46 | 4,26 | 4,08 | 3,92 |
| 1,60 | 5,10 | 4,85 | 4,64 | 4,43 | 4,25 | 4,08 |
| 1,80 | 5,30 | 5,04 | 4,82 | 4,61 | 4,41 | 4,24 |
| 2,00 | 5,50 | 5,23 | 5,00 | 4,78 | 4,58 | 4,40 |



4° Terrain en *pente*, cote en *remblai* sur l'axe.

| Remblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 3,50 | 3,33 | 3,18 | 3,25 | 3,57 | 4,02 |
| 0,20 | 3,30 | 3,02 | 3,31 | 3,64 | 4,00 | 4,50 |
| 0,40 | 3,12 | 3,35 | 3,67 | 4,03 | 4,43 | 4,98 |
| 0,60 | 3,42 | 3,67 | 4,02 | 4,41 | 4,85 | 5,46 |
| 0,80 | 3,72 | 4,00 | 4,37 | 4,80 | 5,28 | 5,94 |
| 1,00 | 4,02 | 4,32 | 4,72 | 5,19 | 5,71 | 6,42 |
| 1,20 | 4,32 | 4,65 | 5,07 | 5,58 | 6,14 | 6,90 |
| 1,40 | 4,62 | 4,97 | 5,43 | 5,96 | 6,57 | 7,38 |
| 1,60 | 4,92 | 5,30 | 5,78 | 6,35 | 7,00 | 7,86 |
| 1,80 | 5,22 | 5,62 | 6,13 | 6,74 | 7,43 | 8,34 |
| 2,00 | 5,52 | 5,95 | 6,48 | 7,12 | 7,86 | 8,81 |

## PROFIL DE 6 MÈTRES

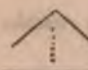
*entre les arêtes extérieures des accotements.*

1° Terrain en *rampe*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 4,00 | 4,22 | 4,44 | 4,71 | 5,00 | 5,33 |
| 0,20 | 4,20 | 4,43 | 4,66 | 4,94 | 5,26 | 5,59 |
| 0,40 | 4,40 | 4,64 | 4,88 | 5,18 | 5,51 | 5,86 |
| 0,60 | 4,60 | 4,85 | 5,11 | 5,41 | 5,76 | 6,13 |
| 0,80 | 4,80 | 5,06 | 5,33 | 5,65 | 6,01 | 6,39 |
| 1,00 | 5,00 | 5,27 | 5,55 | 5,88 | 6,26 | 6,66 |
| 1,20 | 5,20 | 5,48 | 5,77 | 6,12 | 6,51 | 6,92 |
| 1,40 | 5,40 | 5,69 | 5,99 | 6,35 | 6,76 | 7,19 |
| 1,60 | 5,60 | 5,90 | 6,22 | 6,59 | 7,01 | 7,46 |
| 1,80 | 5,80 | 6,11 | 6,44 | 6,82 | 7,26 | 7,72 |
| 2,00 | 6,00 | 6,32 | 6,66 | 7,06 | 7,51 | 7,99 |

2° Terrain en *rampe*, cote en *remblai* sur l'axe.

| Remblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 4,00 | 4,22 | 4,44 | 4,71 | 5,00 | 5,33 |
| 0,20 | 3,80 | 4,00 | 4,22 | 4,47 | 4,76 | 5,06 |
| 0,40 | 3,12 | 3,79 | 4,00 | 4,24 | 4,51 | 4,79 |
| 0,60 | 3,42 | 3,62 | 3,77 | 4,00 | 4,26 | 4,53 |
| 0,80 | 3,72 | 3,90 | 3,66 | 3,76 | 4,00 | 4,26 |
| 1,00 | 4,02 | 4,18 | 3,92 | 3,67 | 3,46 | 3,99 |
| 1,20 | 4,32 | 4,46 | 4,18 | 3,92 | 3,69 | 3,50 |
| 1,40 | 4,62 | 4,74 | 4,44 | 4,16 | 3,92 | 3,72 |
| 1,60 | 4,92 | 5,02 | 4,70 | 4,41 | 4,15 | 3,93 |
| 1,80 | 5,22 | 5,30 | 4,96 | 4,65 | 4,38 | 4,15 |
| 2,00 | 5,52 | 5,57 | 5,23 | 4,90 | 4,61 | 4,37 |



3° Terrain en *pente*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 4,00 | 3,81 | 3,52 | 3,87 | 4,30 | 4,79 |
| 0,20 | 4,20 | 4,00 | 3,82 | 3,49 | 3,87 | 4,31 |
| 0,40 | 4,40 | 4,19 | 4,00 | 3,83 | 3,44 | 3,83 |
| 0,60 | 4,60 | 4,38 | 4,19 | 4,00 | 3,83 | 3,68 |
| 0,80 | 4,80 | 4,57 | 4,37 | 4,17 | 4,00 | 3,84 |
| 1,00 | 5,00 | 4,76 | 4,55 | 4,35 | 4,16 | 4,00 |
| 1,20 | 5,20 | 4,95 | 4,73 | 4,52 | 4,33 | 4,16 |
| 1,40 | 5,40 | 5,14 | 4,91 | 4,70 | 4,50 | 4,32 |
| 1,60 | 5,60 | 5,33 | 5,10 | 4,87 | 4,66 | 4,48 |
| 1,80 | 5,80 | 5,52 | 5,28 | 5,04 | 4,83 | 4,64 |
| 2,00 | 6,00 | 5,71 | 5,46 | 5,22 | 5,00 | 4,80 |

4° Terrain en *pente*, cote en *remblai* sur l'axe.

| Remblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 4,00 | 3,81 | 3,52 | 3,87 | 4,30 | 4,79 |
| 0,20 | 3,80 | 3,57 | 3,88 | 4,26 | 4,73 | 5,27 |
| 0,40 | 3,60 | 3,90 | 4,23 | 4,65 | 5,16 | 5,75 |
| 0,60 | 3,90 | 4,22 | 4,58 | 5,03 | 5,59 | 6,23 |
| 0,80 | 4,20 | 4,55 | 4,93 | 5,42 | 6,01 | 6,71 |
| 1,00 | 4,50 | 4,87 | 5,29 | 5,81 | 6,44 | 7,19 |
| 1,20 | 4,80 | 5,20 | 5,64 | 6,20 | 6,87 | 7,66 |
| 1,40 | 5,10 | 5,52 | 5,99 | 6,58 | 7,30 | 8,14 |
| 1,60 | 5,40 | 5,85 | 6,34 | 6,97 | 7,73 | 8,62 |
| 1,80 | 5,70 | 6,17 | 6,70 | 7,36 | 8,16 | 9,10 |
| 2,00 | 6,00 | 6,50 | 7,05 | 7,74 | 8,59 | 9,58 |

## PROFIL DE 7 MÈTRES

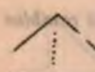
*entre les arêtes extérieures des accotements.*

1° Terrain en *rampe*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 5,00 | 5,27 | 5,55 | 5,88 | 6,26 | 6,66 |
| 0,20 | 5,20 | 5,48 | 5,77 | 6,12 | 6,51 | 6,92 |
| 0,40 | 5,40 | 5,69 | 5,99 | 6,35 | 6,76 | 7,19 |
| 0,60 | 5,60 | 5,90 | 6,22 | 6,59 | 7,01 | 7,46 |
| 0,80 | 5,80 | 6,11 | 6,44 | 6,82 | 7,26 | 7,72 |
| 1,00 | 6,00 | 6,32 | 6,66 | 7,06 | 7,51 | 7,99 |
| 1,20 | 6,20 | 6,53 | 6,88 | 7,30 | 7,76 | 8,26 |
| 1,40 | 6,40 | 6,74 | 7,10 | 7,53 | 8,01 | 8,52 |
| 1,60 | 6,60 | 6,95 | 7,33 | 7,76 | 8,26 | 8,79 |
| 1,80 | 6,80 | 7,16 | 7,55 | 8,00 | 8,51 | 9,05 |
| 2,00 | 7,00 | 7,38 | 7,77 | 8,24 | 8,76 | 9,32 |

2° Terrain en *rampe*, cote en *remblai* sur l'axe.

| Remblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 5,00 | 5,27 | 5,55 | 5,88 | 6,26 | 6,66 |
| 0,20 | 4,80 | 5,06 | 5,33 | 5,65 | 6,01 | 6,39 |
| 0,40 | 4,60 | 4,85 | 5,11 | 5,41 | 5,76 | 6,13 |
| 0,60 | 4,41 | 4,64 | 4,88 | 5,18 | 5,51 | 5,86 |
| 0,80 | 4,71 | 4,38 | 4,66 | 4,94 | 5,26 | 5,59 |
| 1,00 | 5,01 | 4,66 | 4,34 | 4,71 | 5,01 | 5,33 |
| 1,20 | 5,31 | 4,93 | 4,60 | 4,34 | 4,76 | 5,06 |
| 1,40 | 5,61 | 5,21 | 4,86 | 4,58 | 4,31 | 4,79 |
| 1,60 | 5,91 | 5,49 | 5,12 | 4,83 | 5,54 | 4,28 |
| 1,80 | 6,21 | 5,77 | 5,38 | 5,07 | 4,77 | 4,50 |
| 2,00 | 6,51 | 6,05 | 5,64 | 5,32 | 5,00 | 4,72 |



3° Terrain en *pente*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 5,00 | 4,76 | 4,55 | 4,53 | 4,98 | 5,60 |
| 0,20 | 5,20 | 4,95 | 4,73 | 4,52 | 4,55 | 5,13 |
| 0,40 | 5,40 | 5,14 | 4,91 | 4,70 | 4,12 | 4,65 |
| 0,60 | 5,60 | 5,33 | 5,10 | 4,87 | 4,66 | 4,17 |
| 0,80 | 5,80 | 5,52 | 5,28 | 5,04 | 4,83 | 4,64 |
| 1,00 | 6,00 | 5,71 | 5,46 | 5,22 | 5,00 | 4,80 |
| 1,20 | 6,20 | 5,90 | 5,64 | 5,39 | 5,16 | 4,96 |
| 1,40 | 6,40 | 6,09 | 5,82 | 5,57 | 5,33 | 5,12 |
| 1,60 | 6,60 | 6,28 | 6,01 | 5,74 | 5,50 | 5,28 |
| 1,80 | 6,80 | 6,47 | 6,19 | 5,91 | 5,66 | 5,44 |
| 2,00 | 7,00 | 6,66 | 6,37 | 6,09 | 5,83 | 5,60 |

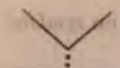


4° Terrain en *pente*, cote en *remblai* sur l'axe.

| Remblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 5,00 | 4,76 | 4,55 | 4,53 | 4,98 | 5,60 |
| 0,20 | 4,80 | 4,57 | 4,48 | 4,92 | 5,41 | 6,08 |
| 0,40 | 4,60 | 4,42 | 4,83 | 5,30 | 5,84 | 6,56 |
| 0,60 | 4,41 | 4,74 | 5,18 | 5,69 | 6,27 | 7,04 |
| 0,80 | 4,71 | 5,07 | 5,53 | 6,08 | 6,70 | 7,52 |
| 1,00 | 5,01 | 5,39 | 5,89 | 6,47 | 7,13 | 8,00 |
| 1,20 | 5,31 | 5,72 | 6,24 | 6,85 | 7,56 | 8,48 |
| 1,40 | 5,61 | 6,04 | 6,59 | 7,24 | 7,99 | 8,96 |
| 1,60 | 5,91 | 6,37 | 6,94 | 7,63 | 8,42 | 9,44 |
| 1,80 | 6,21 | 6,69 | 7,30 | 8,02 | 8,85 | 9,92 |
| 2,00 | 6,51 | 7,02 | 7.65 | 8,40 | 9,28 | 10,39 |

## PROFIL DE 8 MÈTRES

*entre les arêtes extérieures des accotements.*

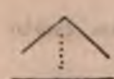


1° Terrain en *rampe*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 5,50 | 5,80 | 6,10 | 6,47 | 6,88 | 7,32 |
| 0,20 | 5,70 | 6,01 | 6,33 | 6,71 | 7,13 | 7,59 |
| 0,40 | 5,90 | 6,22 | 6,55 | 6,94 | 7,38 | 7,86 |
| 0,60 | 6,10 | 6,43 | 6,77 | 7,18 | 7,63 | 8,12 |
| 0,80 | 6,30 | 6,64 | 6,99 | 7,41 | 7,88 | 8,39 |
| 1,00 | 6,50 | 6,85 | 7,21 | 7,65 | 8,14 | 8,65 |
| 1,20 | 6,70 | 7,06 | 7,44 | 7,88 | 8,39 | 8,92 |
| 1,40 | 6,90 | 7,27 | 7,66 | 8,12 | 8,64 | 9,19 |
| 1,60 | 7,10 | 7,48 | 7,88 | 8,35 | 8,89 | 9,45 |
| 1,80 | 7,30 | 7,69 | 8,10 | 8,59 | 9,14 | 9,72 |
| 2,00 | 7,50 | 7,90 | 8,32 | 8,82 | 9,39 | 9,99 |

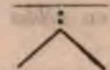
2° Terrain en *rampe*, cote en *remblai* sur l'axe.

| Remblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 5,50 | 5,80 | 6,10 | 6,47 | 6,88 | 7,32 |
| 0,20 | 5,30 | 5,58 | 5,88 | 6,24 | 6,63 | 7,06 |
| 0,40 | 5,10 | 5,37 | 5,66 | 6,00 | 6,38 | 6,79 |
| 0,60 | 4,92 | 5,16 | 5,44 | 5,76 | 6,13 | 6,52 |
| 0,80 | 5,22 | 4,85 | 5,22 | 5,53 | 5,88 | 6,26 |
| 1,00 | 5,52 | 5,13 | 4,78 | 5,29 | 5,63 | 5,99 |
| 1,20 | 5,82 | 5,41 | 5,04 | 4,75 | 5,38 | 5,73 |
| 1,40 | 6,12 | 5,69 | 5,30 | 5,00 | 4,70 | 5,46 |
| 1,60 | 6,42 | 5,97 | 5,57 | 5,24 | 4,93 | 5,19 |
| 1,80 | 6,72 | 6,24 | 5,83 | 5,49 | 5,16 | 4,87 |
| 2,00 | 7,02 | 6,52 | 6,09 | 5,73 | 5,39 | 5,09 |



3° Terrain en *pente*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 5,50 | 5,23 | 4,72 | 5,19 | 5,71 | 6,42 |
| 0,20 | 5,70 | 5,42 | 5,19 | 4,80 | 5,28 | 5,94 |
| 0,40 | 5,90 | 5,61 | 5,37 | 5,13 | 4,85 | 5,46 |
| 0,60 | 6,10 | 5,80 | 5,55 | 5,30 | 5,08 | 4,98 |
| 0,80 | 6,30 | 5,99 | 5,73 | 5,48 | 5,25 | 5,04 |
| 1,00 | 6,50 | 6,18 | 5,91 | 5,65 | 5,41 | 5,20 |
| 1,20 | 6,70 | 6,37 | 6,10 | 5,83 | 5,58 | 5,36 |
| 1,40 | 6,90 | 6,57 | 6,28 | 6,00 | 5,75 | 5,52 |
| 1,60 | 7,10 | 6,76 | 6,46 | 6,17 | 5,91 | 6,68 |
| 1,80 | 7,30 | 6,95 | 6,64 | 6,35 | 6,08 | 6,84 |
| 2,00 | 7,50 | 7,14 | 6,82 | 6,52 | 6,24 | 7,00 |



4° Terrain en *pente*, cote en *remblai* sur l'axe.

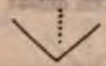
| Remblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 5,50 | 5,23 | 4,72 | 5,19 | 5,71 | 6,42 |
| 0,20 | 5,30 | 5,04 | 5,07 | 5,58 | 6,14 | 6,90 |
| 0,40 | 5,10 | 4,97 | 5,43 | 5,96 | 6,57 | 7,38 |
| 0,60 | 4,92 | 5,30 | 5,78 | 6,35 | 7,00 | 7,86 |
| 0,80 | 5,22 | 5,62 | 6,13 | 6,74 | 7,43 | 8,34 |
| 1,00 | 5,52 | 5,95 | 6,48 | 7,12 | 7,86 | 8,81 |
| 1,20 | 5,82 | 6,27 | 6,84 | 7,51 | 8,29 | 9,29 |
| 1,40 | 6,12 | 6,60 | 7,19 | 7,90 | 8,72 | 9,77 |
| 1,60 | 6,42 | 6,92 | 7,54 | 8,29 | 9,15 | 10,25 |
| 1,80 | 6,72 | 7,25 | 7,89 | 8,67 | 9,58 | 10,73 |
| 2,00 | 7,02 | 7,57 | 8,25 | 9,06 | 10,01 | 11,21 |

## PROFIL DE 9 MÈTRES

*entre les arêtes extérieures des accotements.*

### 1° Terrain en *rampe*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 6,00 | 6,32 | 6,66 | 7,06 | 7,51 | 7,99 |
| 0,20 | 6,20 | 6,53 | 6,88 | 7,29 | 7,76 | 8,26 |
| 0,40 | 6,40 | 6,74 | 7,10 | 7,53 | 8,01 | 8,52 |
| 0,60 | 6,60 | 6,96 | 7,33 | 7,76 | 8,26 | 8,79 |
| 0,80 | 6,80 | 7,17 | 7,55 | 8,00 | 8,51 | 9,06 |
| 1,00 | 7,00 | 7,38 | 7,77 | 8,24 | 8,76 | 9,32 |
| 1,20 | 7,20 | 7,59 | 7,99 | 8,47 | 9,01 | 9,59 |
| 1,40 | 7,40 | 7,80 | 8,21 | 8,71 | 9,26 | 9,85 |
| 1,60 | 7,60 | 8,01 | 8,43 | 8,94 | 9,51 | 10,12 |
| 1,80 | 7,80 | 8,22 | 8,66 | 9,18 | 9,76 | 10,39 |
| 2,00 | 8,00 | 8,43 | 8,88 | 9,41 | 10,01 | 10,65 |



### 2° Terrain en *rampe*, cote en *remblai* sur l'axe.

| Remblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 6,00 | 6,32 | 6,66 | 7,06 | 7,51 | 7,99 |
| 0,20 | 5,80 | 6,11 | 6,44 | 6,82 | 7,26 | 7,72 |
| 0,40 | 5,60 | 5,90 | 6,22 | 6,59 | 7,01 | 7,46 |
| 0,60 | 5,40 | 5,69 | 5,99 | 6,35 | 6,76 | 7,19 |
| 0,80 | 5,70 | 5,30 | 5,77 | 6,12 | 6,51 | 6,92 |
| 1,00 | 6,00 | 5,57 | 5,23 | 5,88 | 6,26 | 6,66 |
| 1,20 | 6,30 | 5,85 | 5,49 | 5,65 | 6,01 | 6,39 |
| 1,40 | 6,60 | 6,13 | 5,75 | 5,39 | 5,76 | 6,12 |
| 1,60 | 6,90 | 6,41 | 6,01 | 5,63 | 5,30 | 5,86 |
| 1,80 | 7,20 | 6,69 | 6,27 | 5,88 | 5,53 | 5,24 |
| 2,00 | 7,50 | 6,97 | 6,53 | 6,12 | 5,76 | 5,46 |

### 3° Terrain en *pente*, cote en *déblai* sur l'axe.

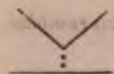
| Déblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 6,00 | 5,71 | 5,29 | 5,81 | 6,44 | 7,19 |
| 0,20 | 6,20 | 5,90 | 5,64 | 5,42 | 6,02 | 6,71 |
| 0,40 | 6,40 | 6,09 | 5,82 | 5,57 | 5,59 | 6,23 |
| 0,60 | 6,60 | 6,28 | 6,01 | 5,74 | 5,16 | 5,75 |
| 0,80 | 6,80 | 6,47 | 6,19 | 5,91 | 5,66 | 5,27 |
| 1,00 | 7,00 | 6,66 | 6,37 | 6,09 | 5,83 | 5,60 |
| 1,20 | 7,20 | 6,85 | 6,55 | 6,26 | 6,00 | 5,76 |
| 1,40 | 7,40 | 7,04 | 6,73 | 6,43 | 6,16 | 5,92 |
| 1,60 | 7,60 | 7,23 | 6,92 | 6,61 | 6,33 | 6,08 |
| 1,80 | 7,80 | 7,42 | 7,10 | 6,78 | 6,50 | 6,24 |
| 2,00 | 8,00 | 7,61 | 7,28 | 6,96 | 6,66 | 6,41 |

### 4° Terrain en *pente*, cote en *remblai* sur l'axe.

| Remblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 6,00 | 5,71 | 5,29 | 5,81 | 6,44 | 7,19 |
| 0,20 | 5,80 | 5,52 | 5,64 | 6,20 | 6,87 | 7,66 |
| 0,40 | 5,60 | 5,52 | 5,99 | 6,58 | 7,30 | 8,14 |
| 0,60 | 5,40 | 5,85 | 6,34 | 6,97 | 7,73 | 8,62 |
| 0,80 | 5,70 | 6,17 | 6,70 | 7,36 | 8,16 | 9,10 |
| 1,00 | 6,00 | 6,50 | 7,05 | 7,74 | 8,59 | 9,58 |
| 1,20 | 6,30 | 6,82 | 7,40 | 8,13 | 9,02 | 10,06 |
| 1,40 | 6,60 | 7,15 | 7,75 | 8,52 | 9,45 | 10,54 |
| 1,60 | 6,90 | 7,47 | 8,11 | 8,91 | 9,88 | 11,02 |
| 1,80 | 7,20 | 7,80 | 8,46 | 9,29 | 10,31 | 11,50 |
| 2,00 | 7,50 | 8,12 | 8,81 | 9,68 | 10,74 | 11,98 |

## PROFIL DE 10 MÈTRES

*entre les arêtes extérieures des accotements.*

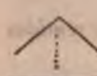


### 1° Terrain en *rampe*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 6,50 | 6,85 | 7,21 | 7,65 | 8,14 | 8,66 |
| 0,20 | 6,70 | 7,06 | 7,44 | 7,88 | 8,39 | 8,92 |
| 0,40 | 6,90 | 7,27 | 7,66 | 8,12 | 8,64 | 9,19 |
| 0,60 | 7,10 | 7,48 | 7,88 | 8,35 | 8,89 | 9,45 |
| 0,80 | 7,30 | 7,69 | 8,10 | 8,59 | 9,14 | 9,72 |
| 1,00 | 7,50 | 7,90 | 8,32 | 8,82 | 9,39 | 9,99 |
| 1,20 | 7,70 | 8,11 | 8,55 | 9,06 | 9,64 | 10,25 |
| 1,40 | 7,90 | 8,32 | 8,77 | 9,29 | 9,89 | 10,52 |
| 1,60 | 8,10 | 8,54 | 8,99 | 9,53 | 10,14 | 10,78 |
| 1,80 | 8,30 | 8,75 | 9,21 | 9,76 | 10,39 | 11,05 |
| 2,00 | 8,50 | 8,96 | 9,43 | 10,00 | 10,64 | 11,32 |

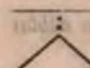
### 2° Terrain en *rampe*, cote en *remblai* sur l'axe.

| Remblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 6,50 | 6,85 | 7,21 | 7,65 | 8,14 | 8,66 |
| 0,20 | 6,30 | 6,64 | 6,99 | 7,41 | 7,88 | 8,39 |
| 0,40 | 6,10 | 6,43 | 6,77 | 7,18 | 7,63 | 8,12 |
| 0,60 | 5,91 | 6,22 | 6,55 | 6,94 | 7,38 | 7,86 |
| 0,80 | 6,21 | 5,77 | 6,33 | 6,70 | 7,13 | 7,59 |
| 1,00 | 6,51 | 6,05 | 6,10 | 6,46 | 6,88 | 7,32 |
| 1,20 | 6,81 | 6,33 | 5,90 | 6,23 | 6,63 | 7,06 |
| 1,40 | 7,11 | 6,61 | 6,17 | 5,81 | 6,38 | 6,79 |
| 1,60 | 7,41 | 6,89 | 6,43 | 6,05 | 5,69 | 6,52 |
| 1,80 | 7,71 | 7,16 | 6,69 | 6,30 | 5,93 | 6,26 |
| 2,00 | 8,01 | 7,44 | 6,95 | 6,54 | 6,16 | 5,81 |



### 3° Terrain en *pente*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 6,50 | 6,18 | 5,89 | 6,47 | 7,13 | 8,00 |
| 0,20 | 6,70 | 6,37 | 6,10 | 6,08 | 6,70 | 7,52 |
| 0,40 | 6,90 | 6,57 | 6,28 | 5,70 | 6,27 | 7,04 |
| 0,60 | 7,10 | 6,76 | 6,46 | 6,17 | 5,84 | 6,56 |
| 0,80 | 7,30 | 6,95 | 6,64 | 6,35 | 6,08 | 6,08 |
| 1,00 | 7,50 | 7,14 | 6,82 | 6,52 | 6,24 | 5,61 |
| 1,20 | 7,70 | 7,33 | 7,01 | 6,70 | 6,41 | 6,16 |
| 1,40 | 7,90 | 7,52 | 7,19 | 6,87 | 6,58 | 6,33 |
| 1,60 | 8,10 | 7,71 | 7,37 | 7,04 | 6,74 | 6,49 |
| 1,80 | 8,30 | 7,90 | 7,55 | 7,22 | 6,91 | 6,65 |
| 2,00 | 8,50 | 8,09 | 7,73 | 7,39 | 7,08 | 6,81 |



### 4° Terrain en *pente*, cote en *remblai* sur l'axe.

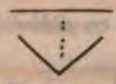
| Remblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 6,50 | 6,18 | 5,89 | 6,47 | 7,13 | 8,00 |
| 0,20 | 6,30 | 5,72 | 6,24 | 6,85 | 7,56 | 8,48 |
| 0,40 | 6,10 | 6,04 | 6,59 | 7,24 | 7,99 | 8,96 |
| 0,60 | 5,91 | 6,37 | 6,94 | 7,63 | 8,42 | 9,44 |
| 0,80 | 6,21 | 6,69 | 7,30 | 8,02 | 8,85 | 9,92 |
| 1,00 | 6,51 | 7,02 | 7,65 | 8,40 | 9,28 | 10,40 |
| 1,20 | 6,81 | 7,34 | 8,00 | 8,79 | 9,71 | 10,87 |
| 1,40 | 7,11 | 7,67 | 8,35 | 9,18 | 10,14 | 11,35 |
| 1,60 | 7,41 | 7,99 | 8,70 | 9,56 | 10,57 | 11,83 |
| 1,80 | 7,71 | 8,32 | 9,06 | 9,95 | 11,00 | 12,31 |
| 2,00 | 8,01 | 8,64 | 9,41 | 10,34 | 11,43 | 12,79 |

### PROFIL DE 11 MÈTRES

*entre les arêtes extérieures des accotements.*

1° Terrain en *rampe*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 7,00 | 7,38 | 7,77 | 8,24 | 8,76 | 9,32 |
| 0,20 | 7,20 | 7,59 | 7,99 | 8,47 | 9,01 | 9,59 |
| 0,40 | 7,40 | 7,80 | 8,21 | 8,71 | 9,26 | 9,85 |
| 0,60 | 7,60 | 8,01 | 8,44 | 8,94 | 9,51 | 10,12 |
| 0,80 | 7,80 | 8,22 | 8,66 | 9,18 | 9,76 | 10,39 |
| 1,00 | 8,00 | 8,43 | 8,88 | 9,41 | 10,01 | 10,65 |
| 1,20 | 8,20 | 8,64 | 9,10 | 9,65 | 10,26 | 10,92 |
| 1,40 | 8,40 | 8,85 | 9,32 | 9,88 | 10,51 | 11,19 |
| 1,60 | 8,60 | 9,06 | 9,55 | 10,12 | 10,76 | 11,45 |
| 1,80 | 8,80 | 9,27 | 9,77 | 10,35 | 11,01 | 11,72 |
| 2,00 | 9,00 | 9,48 | 9,99 | 10,59 | 11,26 | 11,98 |



2° Terrain en *rampe*, cote en *remblai* sur l'axe.

| Remblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 7,00 | 7,38 | 7,77 | 8,24 | 8,76 | 9,32 |
| 0,20 | 6,80 | 7,17 | 7,55 | 8,00 | 8,51 | 9,05 |
| 0,40 | 6,60 | 6,95 | 7,33 | 7,76 | 8,26 | 8,79 |
| 0,60 | 6,42 | 6,74 | 7,10 | 7,53 | 8,01 | 8,52 |
| 0,80 | 6,72 | 6,24 | 6,88 | 7,29 | 7,76 | 8,26 |
| 1,00 | 7,02 | 6,52 | 6,66 | 7,06 | 7,51 | 7,99 |
| 1,20 | 7,32 | 6,80 | 6,35 | 6,82 | 7,26 | 7,72 |
| 1,40 | 7,62 | 7,08 | 6,61 | 6,22 | 7,01 | 7,46 |
| 1,60 | 7,92 | 7,36 | 6,87 | 6,47 | 6,76 | 7,19 |
| 1,80 | 8,22 | 7,64 | 7,13 | 6,71 | 6,32 | 6,92 |
| 2,00 | 8,52 | 7,92 | 7,39 | 6,96 | 6,55 | 6,21 |

3° Terrain en *pente*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 7,00 | 6,66 | 6,48 | 7,12 | 7,86 | 8,81 |
| 0,20 | 7,20 | 6,85 | 6,55 | 6,74 | 7,43 | 8,34 |
| 0,40 | 7,40 | 7,04 | 6,73 | 6,35 | 7,00 | 7,86 |
| 0,60 | 7,60 | 7,23 | 6,92 | 6,61 | 6,57 | 7,38 |
| 0,80 | 7,80 | 7,42 | 7,10 | 6,78 | 6,14 | 6,90 |
| 1,00 | 8,00 | 7,61 | 7,28 | 6,96 | 6,66 | 6,42 |
| 1,20 | 8,20 | 7,80 | 7,46 | 7,13 | 6,83 | 6,57 |
| 1,40 | 8,40 | 7,99 | 7,64 | 7,30 | 6,99 | 6,73 |
| 1,60 | 8,60 | 8,18 | 7,83 | 7,48 | 7,16 | 6,89 |
| 1,80 | 8,80 | 8,37 | 8,01 | 7,65 | 7,33 | 7,05 |
| 2,00 | 9,00 | 8,56 | 8,19 | 7,83 | 7,49 | 7,21 |

4° Terrain en *pente*, cote en *remblai* sur l'axe.

| Remblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 7,00 | 6,66 | 6,48 | 7,12 | 7,86 | 8,81 |
| 0,20 | 6,80 | 6,27 | 6,84 | 7,51 | 8,29 | 9,29 |
| 0,40 | 6,60 | 6,60 | 7,19 | 7,90 | 8,72 | 9,77 |
| 0,60 | 6,42 | 6,92 | 7,54 | 8,29 | 9,15 | 10,25 |
| 0,80 | 6,72 | 7,25 | 7,89 | 8,67 | 9,58 | 10,73 |
| 1,00 | 7,02 | 7,57 | 8,25 | 9,06 | 10,01 | 11,21 |
| 1,20 | 7,32 | 7,90 | 8,60 | 9,45 | 10,44 | 11,69 |
| 1,40 | 7,62 | 8,22 | 8,95 | 9,84 | 10,87 | 12,17 |
| 1,60 | 7,92 | 8,55 | 9,30 | 10,22 | 11,30 | 12,65 |
| 1,80 | 8,22 | 8,87 | 9,66 | 10,61 | 11,73 | 13,13 |
| 2,00 | 8,52 | 9,20 | 10,01 | 11,00 | 12,16 | 13,60 |

## PROFIL DE 12 MÈTRES

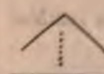
*entre les arêtes extérieures des accotements.*

1° Terrain en *rampe*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 7,50 | 7,90 | 8,32 | 8,82 | 9,39 | 9,99 |
| 0,20 | 7,70 | 8,11 | 8,55 | 9,06 | 9,64 | 10,25 |
| 0,40 | 7,90 | 8,32 | 8,77 | 9,29 | 9,89 | 10,52 |
| 0,60 | 8,10 | 8,54 | 8,99 | 9,53 | 10,14 | 10,79 |
| 0,80 | 8,30 | 8,75 | 9,21 | 9,76 | 10,39 | 11,05 |
| 1,00 | 8,50 | 8,96 | 9,43 | 10,00 | 10,64 | 11,32 |
| 1,20 | 8,70 | 9,17 | 9,66 | 10,24 | 10,89 | 11,58 |
| 1,40 | 8,90 | 9,38 | 9,88 | 10,47 | 11,14 | 11,85 |
| 1,60 | 9,10 | 9,59 | 10,10 | 10,71 | 11,39 | 12,12 |
| 1,80 | 9,30 | 9,80 | 10,32 | 10,94 | 11,64 | 12,38 |
| 2,00 | 9,50 | 10,01 | 10,54 | 11,18 | 11,89 | 12,65 |

2° Terrain en *rampe*, cote en *remblai* sur l'axe.

| Remblai sur l'axe. | Rampe par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 7,50 | 7,90 | 8,32 | 8,82 | 9,39 | 9,99 |
| 0,20 | 7,30 | 7,69 | 8,10 | 8,59 | 9,14 | 9,72 |
| 0,40 | 7,10 | 7,48 | 7,88 | 8,35 | 8,89 | 9,45 |
| 0,60 | 6,90 | 7,27 | 7,66 | 8,12 | 8,64 | 9,19 |
| 0,80 | 7,20 | 7,06 | 7,44 | 7,88 | 8,39 | 8,92 |
| 1,00 | 7,50 | 6,97 | 7,21 | 7,65 | 8,13 | 8,66 |
| 1,20 | 7,80 | 7,25 | 6,79 | 7,41 | 7,88 | 8,39 |
| 1,40 | 8,10 | 7,53 | 7,05 | 7,18 | 7,63 | 8,12 |
| 1,60 | 8,40 | 7,80 | 7,32 | 6,86 | 7,38 | 7,86 |
| 1,80 | 8,70 | 8,08 | 7,58 | 7,10 | 6,69 | 7,59 |
| 2,00 | 9,00 | 8,36 | 7,84 | 7,35 | 6,92 | 7,32 |



3° Terrain en *pente*, cote en *déblai* sur l'axe.

| Déblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 7,50 | 7,14 | 7,05 | 7,74 | 8,59 | 9,58 |
| 0,20 | 7,70 | 7,33 | 6,70 | 7,36 | 8,16 | 9,10 |
| 0,40 | 7,90 | 7,52 | 7,19 | 6,97 | 7,73 | 8,62 |
| 0,60 | 8,10 | 7,71 | 7,37 | 7,04 | 7,30 | 8,14 |
| 0,80 | 8,30 | 7,90 | 7,55 | 7,22 | 6,87 | 7,66 |
| 1,00 | 8,50 | 8,09 | 7,73 | 7,39 | 7,08 | 7,19 |
| 1,20 | 8,70 | 8,28 | 7,92 | 7,57 | 7,24 | 6,71 |
| 1,40 | 8,90 | 8,47 | 8,10 | 7,74 | 7,41 | 7,13 |
| 1,60 | 9,10 | 8,66 | 8,28 | 7,91 | 7,58 | 7,29 |
| 1,80 | 9,30 | 8,85 | 8,46 | 8,09 | 7,74 | 7,45 |
| 2,00 | 9,50 | 9,04 | 8,64 | 8,26 | 7,91 | 7,61 |

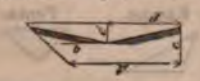
4° Terrain en *pente*, cote en *remblai* sur l'axe.

| Remblai sur l'axe. | Pente par mètre du terrain naturel. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 0,150 | 0,200 | 0,250 |
| 0,00 | 7,50 | 7,14 | 7,05 | 7,74 | 8,59 | 9,58 |
| 0,20 | 7,30 | 6,82 | 7,40 | 8,13 | 9,02 | 10,06 |
| 0,40 | 7,10 | 7,15 | 7,75 | 8,52 | 9,45 | 10,54 |
| 0,60 | 6,90 | 7,47 | 8,11 | 8,91 | 9,88 | 11,02 |
| 0,80 | 7,20 | 7,80 | 8,46 | 9,29 | 10,31 | 11,50 |
| 1,00 | 7,50 | 8,12 | 8,81 | 9,68 | 10,74 | 11,98 |
| 1,20 | 7,80 | 8,45 | 9,16 | 10,07 | 11,17 | 12,46 |
| 1,40 | 8,10 | 8,77 | 9,52 | 10,46 | 11,60 | 12,93 |
| 1,60 | 8,40 | 9,10 | 9,87 | 10,84 | 12,03 | 13,41 |
| 1,80 | 8,70 | 9,42 | 10,22 | 11,23 | 12,46 | 13,89 |
| 2,00 | 9,00 | 9,75 | 10,57 | 11,62 | 12,89 | 14,37 |

Talus en déblai à 45°.

Rampe. Pente.

Base $b = l'' + c - c' - d$.



Inclinaison par mètre.

| 0,000 | | 0,025 | | 0,050 | | 0,075 | | 0,100 | | 0,150 | | 0,200 | | 0,250 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rampe. | Pente. | Rampe. | Pente. | Rampe. | Pente. | Rampe. | Pente. | Rampe. | Pente. | Rampe. | Pente. | Rampe. | Pente. | Rampe. | Pente. |
| • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | 0,01 | • | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| • | • | • | • | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,03 |
| • | • | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,04 | 0,07 | 0,05 | 0,09 | 0,06 |
| • | • | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,04 | 0,09 | 0,06 | 0,12 | 0,08 | 0,17 | 0,10 |
| • | • | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,07 | 0,05 | 0,09 | 0,07 | 0,14 | 0,10 | 0,20 | 0,13 | 0,26 | 0,16 |
| • | • | 0,03 | 0,02 | 0,06 | 0,05 | 0,09 | 0,08 | 0,12 | 0,10 | 0,20 | 0,14 | 0,28 | 0,19 | 0,37 | 0,22 |
| • | • | 0,04 | 0,03 | 0,08 | 0,07 | 0,12 | 0,10 | 0,17 | 0,14 | 0,27 | 0,20 | 0,38 | 0,25 | 0,51 | 0,30 |
| • | • | 0,05 | 0,05 | 0,11 | 0,10 | 0,16 | 0,14 | 0,22 | 0,18 | 0,35 | 0,26 | 0,50 | 0,33 | 0,67 | 0,40 |
| • | • | 0,06 | 0,06 | 0,13 | 0,12 | 0,20 | 0,17 | 0,28 | 0,23 | 0,45 | 0,33 | 0,63 | 0,42 | 0,84 | 0,51 |
| • | • | 0,08 | 0,07 | 0,16 | 0,15 | 0,25 | 0,22 | 0,35 | 0,28 | 0,55 | 0,41 | 0,78 | 0,52 | 1,04 | 0,63 |
| • | • | 0,10 | 0,09 | 0,20 | 0,18 | 0,31 | 0,26 | 0,42 | 0,34 | 0,67 | 0,49 | 0,94 | 0,63 | 1,26 | 0,76 |
| • | • | 0,12 | 0,11 | 0,24 | 0,21 | 0,36 | 0,31 | 0,50 | 0,41 | 0,79 | 0,59 | 1,13 | 0,75 | 1,50 | 0,90 |
| • | • | 0,14 | 0,13 | 0,28 | 0,25 | 0,43 | 0,37 | 0,59 | 0,48 | 0,93 | 0,69 | 1,32 | 0,88 | 1,76 | 1,06 |
| • | • | 0,15 | 0,15 | 0,32 | 0,29 | 0,49 | 0,42 | 0,68 | 0,56 | 1,08 | 0,80 | 1,53 | 1,02 | 2,04 | 1,22 |
| • | • | 0,18 | 0,17 | 0,37 | 0,33 | 0,57 | 0,49 | 0,78 | 0,64 | 1,24 | 0,92 | 1,76 | 1,17 | 2,34 | 1,41 |
| • | • | 0,21 | 0,20 | 0,42 | 0,38 | 0,65 | 0,56 | 0,89 | 0,73 | 1,41 | 1,04 | 2,00 | 1,33 | 2,67 | 1,60 |
| • | • | 0,23 | 0,22 | 0,47 | 0,43 | 0,73 | 0,63 | 1,00 | 0,82 | 1,59 | 1,18 | 2,26 | 1,51 | 3,01 | 1,81 |
| • | • | 0,26 | 0,25 | 0,53 | 0,48 | 0,82 | 0,71 | 1,12 | 0,92 | 1,79 | 1,32 | 2,53 | 1,69 | 3,37 | 2,03 |
| • | • | 0,29 | 0,27 | 0,59 | 0,54 | 0,91 | 0,79 | 1,25 | 1,03 | 1,99 | 1,47 | 2,82 | 1,88 | 3,76 | 2,26 |
| • | • | 0,32 | 0,30 | 0,66 | 0,59 | 1,01 | 0,87 | 1,39 | 1,14 | 2,21 | 1,63 | 3,13 | 2,08 | 4,17 | 2,50 |
| • | • | 0,35 | 0,34 | 0,72 | 0,66 | 1,12 | 0,96 | 1,53 | 1,25 | 2,43 | 1,80 | 3,44 | 2,30 | 4,60 | 2,76 |
| • | • | 0,39 | 0,37 | 0,80 | 0,72 | 1,22 | 1,05 | 1,68 | 1,37 | 2,67 | 1,97 | 3,78 | 2,52 | 5,04 | 3,02 |
| • | • | 0,42 | 0,40 | 0,87 | 0,79 | 1,34 | 1,15 | 1,84 | 1,50 | 2,92 | 2,16 | 4,13 | 2,76 | 5,51 | 3,31 |
| • | • | 0,46 | 0,44 | 0,95 | 0,85 | 1,46 | 1,26 | 2,00 | 1,64 | 3,17 | 2,35 | 4,50 | 3,00 | 6,00 | 3,60 |
| • | • | 0,50 | 0,48 | 1,03 | 0,93 | 1,58 | 1,36 | 2,17 | 1,78 | 3,45 | 2,55 | 4,88 | 3,26 | 6,51 | 3,91 |
| • | • | 0,54 | 0,51 | 1,11 | 1,01 | 1,71 | 1,47 | 2,35 | 1,92 | 3,73 | 2,76 | 5,29 | 3,52 | 7,04 | 4,23 |
| • | • | 0,58 | 0,55 | 1,20 | 1,08 | 1,85 | 1,58 | 2,53 | 2,07 | 4,02 | 2,97 | 5,70 | 3,79 | 7,60 | 4,56 |
| • | • | 0,63 | 0,60 | 1,29 | 1,17 | 1,99 | 1,70 | 2,72 | 2,23 | 4,32 | 3,20 | 6,13 | 4,08 | 8,16 | 4,90 |
| • | • | 0,67 | 0,64 | 1,38 | 1,25 | 2,13 | 1,83 | 2,92 | 2,39 | 4,64 | 3,43 | 6,57 | 4,38 | 8,76 | 5,26 |
| • | • | 0,72 | 0,69 | 1,48 | 1,34 | 2,28 | 1,96 | 3,12 | 2,56 | 4,96 | 3,67 | 7,03 | 4,68 | 9,38 | 5,63 |
| • | • | 0,77 | 0,73 | 1,58 | 1,43 | 2,44 | 2,10 | 3,34 | 2,73 | 5,30 | 3,92 | 7,51 | 5,01 | 10,01 | 6,01 |
| • | • | 0,82 | 0,78 | 1,68 | 1,52 | 2,59 | 2,23 | 3,56 | 2,91 | 5,65 | 4,17 | 8,00 | 5,33 | 10,67 | 6,40 |
| • | • | 0,87 | 0,83 | 1,79 | 1,62 | 2,76 | 2,37 | 3,78 | 3,09 | 6,01 | 4,44 | 8,51 | 5,67 | 11,34 | 6,81 |
| • | • | 0,93 | 0,88 | 1,90 | 1,72 | 2,93 | 2,52 | 4,01 | 3,28 | 6,38 | 4,71 | 9,03 | 6,02 | 12,04 | 7,23 |
| • | • | 0,98 | 0,93 | 2,01 | 1,82 | 3,10 | 2,67 | 4,25 | 3,48 | 6,76 | 4,99 | 9,57 | 6,38 | 12,76 | 7,66 |
| • | • | 1,04 | 0,99 | 2,13 | 1,93 | 3,28 | 2,82 | 4,50 | 3,68 | 7,15 | 5,28 | 10,13 | 6,75 | 13,50 | 8,10 |
| • | • | 1,10 | 1,04 | 2,25 | 2,03 | 3,47 | 2,98 | 4,75 | 3,89 | 7,55 | 5,58 | 10,70 | 7,13 | 14,26 | 8,56 |
| • | • | 1,16 | 1,10 | 2,37 | 2,15 | 3,66 | 3,15 | 5,01 | 4,10 | 7,96 | 5,89 | 11,28 | 7,52 | 15,04 | 9,03 |
| • | • | 1,22 | 1,16 | 2,50 | 2,26 | 3,85 | 3,32 | 5,28 | 4,32 | 8,39 | 6,20 | 11,88 | 7,92 | 15,85 | 9,51 |
| • | • | 1,28 | 1,22 | 2,63 | 2,38 | 4,05 | 3,49 | 5,56 | 4,55 | 8,82 | 6,52 | 12,50 | 8,33 | 16,67 | 10,00 |

| y | Log. y. | Log. 2y. | Log. $y^2$. | 1,00 | 1,33 | 1,50 | 1,67 | 2,00 | 2,33 | 2,50 | 2,67 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 15,05 | 1,1775365 | 1,4785665 | 2,3550730 | 14,05 | 13,72 | 13,55 | 13,38 | 13,05 | 12,72 | 12,55 | 12,38 |
| 15,10 | 1,1789769 | 1,4800069 | 2,3579538 | 14,10 | 13,77 | 13,60 | 13,43 | 13,10 | 12,77 | 12,60 | 12,43 |
| 15,15 | 1,1804126 | 1,4814426 | 2,3608252 | 14,15 | 13,82 | 13,65 | 13,48 | 13,15 | 12,82 | 12,65 | 12,48 |
| 15,20 | 1,1818436 | 1,4828736 | 2,3636872 | 14,20 | 13,87 | 13,70 | 13,53 | 13,20 | 12,87 | 12,70 | 12,53 |
| 15,25 | 1,1832698 | 1,4842998 | 2,3665396 | 14,25 | 13,92 | 13,75 | 13,58 | 13,25 | 12,92 | 12,75 | 12,58 |
| 15,30 | 1,1846914 | 1,4857214 | 2,3693828 | 14,30 | 13,97 | 13,80 | 13,63 | 13,30 | 12,97 | 12,80 | 12,63 |
| 15,35 | 1,1861084 | 1,4871384 | 2,3722168 | 14,35 | 14,02 | 13,85 | 13,68 | 13,35 | 13,02 | 12,85 | 12,68 |
| 15,40 | 1,1875207 | 1,4885507 | 2,3750414 | 14,40 | 14,07 | 13,90 | 13,73 | 13,40 | 13,07 | 12,90 | 12,73 |
| 15,45 | 1,1889285 | 1,4899585 | 2,3778570 | 14,45 | 14,12 | 13,95 | 13,78 | 13,45 | 13,12 | 12,95 | 12,78 |
| 15,50 | 1,1903317 | 1,4913617 | 2,3806634 | 14,50 | 14,17 | 14,00 | 13,83 | 13,50 | 13,17 | 13,00 | 12,83 |
| 15,55 | 1,1917304 | 1,4927604 | 2,3834608 | 14,55 | 14,22 | 14,05 | 13,88 | 13,55 | 13,22 | 13,05 | 12,88 |
| 15,60 | 1,1931246 | 1,4941546 | 2,3862492 | 14,60 | 14,27 | 14,10 | 13,93 | 13,60 | 13,27 | 13,10 | 12,93 |
| 15,65 | 1,1945143 | 1,4955443 | 2,3890286 | 14,65 | 14,32 | 14,15 | 13,98 | 13,65 | 13,32 | 13,15 | 12,98 |
| 15,70 | 1,1958997 | 1,4969296 | 2,3917994 | 14,70 | 14,37 | 14,20 | 14,03 | 13,70 | 13,37 | 13,20 | 13,03 |
| 15,75 | 1,1972806 | 1,4983106 | 2,3945612 | 14,75 | 14,42 | 14,25 | 14,08 | 13,75 | 13,42 | 13,25 | 13,08 |
| 15,80 | 1,1986571 | 1,4996871 | 3,3973142 | 14,80 | 14,47 | 14,30 | 14,13 | 13,80 | 13,47 | 13,30 | 13,13 |
| 15,85 | 1,2000293 | 1,5010593 | 2,4000586 | 14,85 | 14,52 | 14,35 | 14,18 | 13,85 | 13,52 | 13,35 | 13,18 |
| 15,90 | 1,2013971 | 1,5024271 | 2,4027942 | 14,90 | 14,57 | 14,40 | 14,23 | 13,90 | 13,57 | 13,40 | 13,23 |
| 15,95 | 1,2027607 | 1,5037907 | 2,4055214 | 14,95 | 14,62 | 14,45 | 14,28 | 13,95 | 13,62 | 13,45 | 13,28 |
| 16,00 | 1,2041200 | 1,5051500 | 2,4082400 | 15,00 | 14,67 | 14,50 | 14,33 | 14,00 | 13,67 | 13,50 | 13,33 |
| 16,05 | 1,2054750 | 1,5065050 | 2,4109500 | 15,05 | 14,72 | 14,55 | 14,38 | 14,05 | 13,72 | 13,55 | 13,38 |
| 16,10 | 1,2068259 | 1,5078559 | 2,4136518 | 15,10 | 14,77 | 14,60 | 14,43 | 14,10 | 13,77 | 13,60 | 13,43 |
| 16,15 | 1,2081725 | 1,5092025 | 2,4163450 | 15,15 | 14,82 | 14,65 | 14,48 | 14,15 | 13,82 | 13,65 | 13,48 |
| 16,20 | 1,2095150 | 1,5105450 | 2,4190300 | 15,20 | 14,87 | 14,70 | 14,53 | 14,20 | 13,87 | 13,70 | 13,53 |
| 16,25 | 1,2108534 | 1,5118834 | 2,4217068 | 15,25 | 14,92 | 14,75 | 14,58 | 14,25 | 13,92 | 13,75 | 13,58 |
| 16,30 | 1,2121876 | 1,5132176 | 2,4243752 | 15,30 | 14,97 | 14,80 | 14,63 | 14,30 | 13,97 | 13,80 | 13,63 |
| 16,35 | 1,2135178 | 1,5145478 | 2,4270356 | 15,35 | 15,02 | 14,85 | 14,68 | 14,35 | 14,02 | 13,85 | 13,68 |
| 16,40 | 1,2148438 | 1,5158738 | 2,4296876 | 15,40 | 15,07 | 14,90 | 14,73 | 14,40 | 14,07 | 13,90 | 13,73 |
| 16,45 | 1,2161659 | 1,5171959 | 2,4323318 | 15,45 | 15,12 | 14,95 | 14,78 | 14,45 | 14,12 | 13,95 | 13,78 |
| 16,50 | 1,2174839 | 1,5185139 | 2,4349678 | 15,50 | 15,17 | 15,00 | 14,83 | 14,50 | 14,17 | 14,00 | 13,83 |
| 16,55 | 1,2187980 | 1,5198280 | 2,4375960 | 15,55 | 15,22 | 15,05 | 14,88 | 14,55 | 14,22 | 14,05 | 13,88 |
| 16,60 | 1,2201081 | 1,5211381 | 2,4402162 | 15,60 | 15,27 | 15,10 | 14,93 | 14,60 | 14,27 | 14,10 | 13,93 |
| 16,65 | 1,2214142 | 1,5224442 | 2,4428284 | 15,65 | 15,32 | 15,15 | 14,98 | 14,65 | 14,32 | 14,15 | 13,98 |
| 16,70 | 1,2227165 | 1,5237465 | 2,4454330 | 15,70 | 15,37 | 15,20 | 15,03 | 14,70 | 14,37 | 14,20 | 14,03 |
| 16,75 | 1,2240148 | 1,5250448 | 2,4480296 | 15,75 | 15,42 | 15,25 | 15,08 | 14,75 | 14,42 | 14,25 | 14,08 |
| 16,80 | 1,2253093 | 1,5263393 | 2,4506186 | 15,80 | 15,47 | 15,30 | 15,13 | 14,80 | 14,47 | 14,30 | 14,13 |
| 16,85 | 1,2265999 | 1,5276299 | 2,4531998 | 15,85 | 15,52 | 15,35 | 15,18 | 14,85 | 14,52 | 14,35 | 14,18 |
| 16,90 | 1,2278867 | 1,5289167 | 2,4557734 | 15,90 | 15,57 | 15,40 | 15,23 | 14,90 | 14,57 | 14,40 | 14,23 |
| 16,95 | 1,2291697 | 1,5301997 | 2,4583394 | 15,95 | 15,62 | 15,45 | 15,28 | 14,95 | 14,62 | 14,45 | 14,28 |
| 17,00 | 1,2304489 | 1,5314789 | 2,4608978 | 16,00 | 15,67 | 15,50 | 15,33 | 15,00 | 14,67 | 14,50 | 14,33 |
| 17,05 | 1,2317244 | 1,5327544 | 2,4634488 | 16,05 | 15,72 | 15,55 | 15,38 | 15,05 | 14,72 | 14,55 | 14,38 |
| 17,10 | 1,2329961 | 1,5340261 | 2,4659922 | 16,10 | 15,77 | 15,60 | 15,43 | 15,10 | 14,77 | 14,60 | 14,43 |
| 17,15 | 1,2342641 | 1,5352941 | 2,4685282 | 16,15 | 15,82 | 15,65 | 15,48 | 15,15 | 14,82 | 14,65 | 14,48 |
| 17,20 | 1,2355284 | 1,5365584 | 2,4710568 | 16,20 | 15,87 | 15,70 | 15,53 | 15,20 | 14,87 | 14,70 | 14,53 |
| 17,25 | 1,2367891 | 1,5378191 | 2,4735782 | 16,25 | 15,92 | 15,75 | 15,58 | 15,25 | 14,92 | 14,75 | 14,58 |
| 17,30 | 1,2380461 | 1,5390761 | 2,4760922 | 16,30 | 15,97 | 15,80 | 15,63 | 15,30 | 14,97 | 14,80 | 14,63 |
| 17,35 | 1,2392995 | 1,5403295 | 2,4785990 | 16,35 | 16,02 | 15,85 | 15,68 | 15,35 | 15,02 | 14,85 | 14,68 |
| 17,40 | 1,2405492 | 1,5415792 | 2,4810984 | 16,40 | 16,07 | 15,90 | 15,73 | 15,40 | 15,07 | 14,90 | 14,73 |
| 17,45 | 1,2417954 | 1,5428254 | 2,4835908 | 16,45 | 16,12 | 15,95 | 15,78 | 15,45 | 15,12 | 14,95 | 14,78 |
| 17,50 | 1,2430380 | 1,5440680 | 2,4860760 | 16,50 | 16,17 | 16,00 | 15,83 | 15,50 | 15,17 | 15,00 | 14,83 |
| | | | | + | + | + | + | + | + | + | + |
| y | Log. y. | Log. 2y. | Log. $y^2$. | 1,00 | 1,33 | 1,50 | 1,67 | 2,00 | 2,33 | 2,50 | 2,67 |

# TABLES AUXILIAIRES

## DE NUMÉRATEURS ET DE DÉNOMINATEURS,

POUR LES CALCULS DES SUPERFICIES ET DES LARGEURS DE TOUS LES PROFILS DE ROUTE
DE 4 MÈTRES A 12 MÈTRES.

| y | Log. y. | Log. 2y. | Log. $y^2$. | 1,00 | 1,33 | 1,50 | 1,67 | 2,00 | 2,33 | 2,50 | 2,67 | 3,00 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 0,05 | $\bar{2}$,6989700 | $\bar{1}$,0000000 | $\bar{3}$,3979400 | 0,95 | 1,28 | 1,45 | 1,62 | 1,95 | 2,28 | 2,45 | 2,62 | 2,95 |
| 0,10 | $\bar{1}$,0000000 | $\bar{1}$,3010300 | $\bar{2}$,0000000 | 0,90 | 1,23 | 1,40 | 1,57 | 1,90 | 2,23 | 2,40 | 2,57 | 2,90 |
| 0,15 | $\bar{1}$,1760913 | $\bar{1}$,4771212 | $\bar{2}$,3521825 | 0,85 | 1,18 | 1,35 | 1,52 | 1,85 | 2,18 | 2,35 | 2,52 | 2,85 |
| 0,20 | $\bar{1}$,3010300 | $\bar{1}$,6020600 | $\bar{2}$,6020600 | 0,80 | 1,13 | 1,30 | 1,47 | 1,80 | 2,13 | 2,30 | 2,47 | 2,80 |
| 0,25 | $\bar{1}$,3979400 | $\bar{1}$,6989700 | $\bar{2}$,7958800 | 0,75 | 1,08 | 1,25 | 1,42 | 1,75 | 2,08 | 2,25 | 2,42 | 2,75 |
| 0,30 | $\bar{1}$,4771212 | $\bar{1}$,7781512 | $\bar{2}$,9542425 | 0,70 | 1,03 | 1,20 | 1,37 | 1,70 | 2,03 | 2,20 | 2,37 | 2,70 |
| 0,35 | $\bar{1}$,5440680 | $\bar{1}$,8450980 | $\bar{1}$,0881361 | 0,65 | 0,98 | 1,15 | 1,32 | 1,65 | 1,98 | 2,15 | 2,32 | 2,65 |
| 0,40 | $\bar{1}$,6020600 | $\bar{1}$,9030900 | $\bar{1}$,2041200 | 0,60 | 0,93 | 1,10 | 1,27 | 1,60 | 1,93 | 2,10 | 2,27 | 2,60 |
| 0,45 | $\bar{1}$,6532125 | $\bar{1}$,9542425 | $\bar{1}$,3064250 | 0,55 | 0,88 | 1,05 | 1,22 | 1,55 | 1,88 | 2,05 | 2,22 | 2,55 |
| 0,50 | $\bar{1}$,6989700 | 0,0000000 | $\bar{1}$,3979400 | 0,50 | 0,83 | 1,00 | 1,17 | 1,50 | 1,83 | 2,00 | 2,17 | 2,50 |
| 0,55 | $\bar{1}$,7403627 | 0,0413927 | $\bar{1}$,4807254 | 0,45 | 0,78 | 0,95 | 1,12 | 1,45 | 1,78 | 1,95 | 2,12 | 2,45 |
| 0,60 | $\bar{1}$,7781512 | 0,0791812 | $\bar{1}$,5563025 | 0,40 | 0,73 | 0,90 | 1,07 | 1,40 | 1,73 | 1,90 | 2,07 | 2,40 |
| 0,65 | $\bar{1}$,8129134 | 0,1139433 | $\bar{1}$,6258267 | 0,35 | 0,68 | 0,85 | 1,02 | 1,35 | 1,68 | 1,85 | 2,02 | 2,35 |
| 0,70 | $\bar{1}$,8450980 | 0,1461280 | $\bar{1}$,6901961 | 0,30 | 0,63 | 0,80 | 0,97 | 1,30 | 1,63 | 1,80 | 1,97 | 2,30 |
| 0,75 | $\bar{1}$,8750613 | 0,1760913 | $\bar{1}$,7501225 | 0,25 | 0,58 | 0,75 | 0,92 | 1,25 | 1,58 | 1,75 | 1,92 | 2,25 |
| 0,80 | $\bar{1}$,9030900 | 0,2041200 | $\bar{1}$,8061800 | 0,20 | 0,53 | 0,70 | 0,87 | 1,20 | 1,53 | 1,70 | 1,87 | 2,20 |
| 0,85 | $\bar{1}$,9294189 | 0,2304489 | $\bar{1}$,8588379 | 0,15 | 0,48 | 0,65 | 0,82 | 1,15 | 1,48 | 1,65 | 1,82 | 2,15 |
| 0,90 | $\bar{1}$,9542425 | 0,2552725 | $\bar{1}$,9084850 | 0,10 | 0,43 | 0,60 | 0,77 | 1,10 | 1,43 | 1,60 | 1,77 | 2,10 |
| 0,95 | $\bar{1}$,9777236 | 0,2787536 | $\bar{1}$,9554472 | 0,05 | 0,38 | 0,55 | 0,72 | 1,05 | 1,38 | 1,55 | 1,72 | 2,05 |
| 1,00 | 0,0000000 | 0,3010300 | 0,0000000 | 0,00 — | 0,33 | 0,50 | 0,67 | 1,00 | 1,33 | 1,50 | 1,67 | 2,00 |
| 1,05 | 0,0211893 | 0,3222193 | 0,0423786 | + 0,05 | 0,28 | 0,45 | 0,62 | 0,95 | 1,28 | 1,45 | 1,62 | 1,95 |
| 1,10 | 0,0413927 | 0,3424227 | 0,0827854 | 0,10 | 0,23 | 0,40 | 0,57 | 0,90 | 1,23 | 1,40 | 1,57 | 1,90 |
| 1,15 | 0,0606978 | 0,3617278 | 0,1213957 | 0,15 | 0,18 | 0,35 | 0,52 | 0,85 | 1,18 | 1,35 | 1,52 | 1,85 |
| 1,20 | 0,0791812 | 0,3802112 | 0,1583625 | 0,20 | 0,13 | 0,30 | 0,47 | 0,80 | 1,13 | 1,30 | 1,47 | 1,80 |
| 1,25 | 0,0969100 | 0,3979400 | 0,1938200 | 2,25 | 0,08 | 0,25 | 0,42 | 0,75 | 1,08 | 1,25 | 1,42 | 175 |
| 1,30 | 0,1139433 | 0,4149733 | 0,2278867 | 0,30 | 0,03 — | 0,20 | 0,37 | 0,70 | 1,03 | 1,20 | 1,37 | 1,70 |
| 1,35 | 0,1303338 | 0,4313638 | 0,2606675 | 0,35 | + 0,02 | 0,15 | 0,32 | 0,65 | 0,98 | 1,15 | 1,32 | 1,65 |
| 1,40 | 0,1461280 | 0,4471580 | 0,2922561 | 0,40 | 0,07 | 0,10 | 0,27 | 0,60 | 0,93 | 1,10 | 1,27 | 1,60 |
| 1,45 | 0,1613680 | 0,4623980 | 0,3227360 | 0,45 | 0,12 | 0,05 | 0,22 | 0,55 | 0,88 | 1,05 | 1,22 | 1,55 |
| 1,50 | 0,1760913 | 0,4771212 | 0,3521825 | 0,50 | 0,17 | 0,00 — | 0,17 | 0,50 | 0,83 | 1,00 | 1,17 | 1,50 |
| 1,55 | 0,1903317 | 0,4913617 | 0,3806634 | 0,55 | 0,22 | + 0,05 | 0,12 | 0,45 | 0,78 | 0,95 | 1,12 | 1,45 |
| 1,60 | 0,2041200 | 0,5051500 | 0,4082400 | 0,60 | 0,27 | 0,10 | 0,07 | 0,40 | 0,73 | 0,90 | 1,07 | 1,40 |
| 1,65 | 0,2174839 | 0,5185139 | 0,4349679 | 0,65 | 0,32 | 0,15 | 0,02 — | 0,35 | 0,68 | 0,85 | 1,02 | 1,35 |
| 1,70 | 0,2304489 | 0,5314789 | 0,4608978 | 0,70 | 0,37 | 0,20 | + 0,03 | 0,30 | 0,63 | 0,80 | 0,97 | 1,30 |
| 1,75 | 0,2430380 | 0,5440680 | 0,4860761 | 0,75 | 0,42 | 0,25 | 0,08 | 0,25 | 0,58 | 0,75 | 0,92 | 1,25 |
| 1,80 | 0,2552725 | 0,5563025 | 0,5105450 | 0,80 | 0,47 | 0,30 | 0,13 | 0,20 | 0,53 | 0,70 | 0,87 | 1,20 |
| 1,85 | 0,2671717 | 0,5682017 | 0,5343435 | 0,85 | 0,52 | 0,35 | 0,18 | 0,15 | 0,48 | 0,65 | 0,82 | 1,15 |
| 1,90 | 0,2787536 | 0,5797836 | 0,5575072 | 0,90 | 0,57 | 0,40 | 0,23 | 0,10 | 0,43 | 0,60 | 0,77 | 1,10 |
| 1,95 | 0,2900346 | 0,5910646 | 0,5800692 | 0,95 | 0,62 | 0,45 | 0,28 | 0,05 | 0,38 | 0,55 | 0,72 | 1,05 |
| 2,00 | 0,3010300 | 0,6020600 | 0,6020600 | 1,00 | 0,67 | 0,50 | 0,33 | 0,00 — | 0,33 | 0,50 | 0,67 | 1,00 |
| 2,05 | 0,3117539 | 0,6127839 | 0,6235077 | 1,05 | 0,72 | 0,55 | 0,38 | + 0,05 | 0,28 | 0,45 | 0,62 | 0,95 |
| 2,10 | 0,3222193 | 0,6232493 | 0,6444386 | 1,10 | 0,77 | 0,60 | 0,43 | 0,10 | 0,23 | 0,40 | 0,57 | 0,90 |
| 2,15 | 0,3324385 | 0,6334685 | 0,6648769 | 1,15 | 0,82 | 0,65 | 0,48 | 0,15 | 0,18 | 0,35 | 0,52 | 0,85 |
| 2,20 | 0,3424227 | 0,6434527 | 0,6848454 | 1,20 | 0,87 | 0,70 | 0,53 | 0,20 | 0,13 | 0,30 | 0,47 | 0,80 |
| 2,25 | 0,3521825 | 0,6532125 | 0,7043650 | 1,25 | 0,92 | 0,75 | 0,58 | 0,25 | 0,08 | 0,25 | 0,42 | 0,75 |
| 2,30 | 0,3617278 | 0,6627578 | 0,7234557 | 1,30 | 0,97 | 0,80 | 0,63 | 0,30 | 0,03 — | 0,20 | 0,37 | 0,70 |
| 2,35 | 0,3710679 | 0,6720979 | 0,7421357 | 1,35 | 1,02 | 0,85 | 0,68 | 0,35 | + 0,02 | 0,15 | 0,32 | 0,65 |
| 2,40 | 0,3802112 | 0,6812412 | 0,7604225 | 1,40 | 1,07 | 0,90 | 0,73 | 0,40 | 0,07 | 0,10 | 0,27 | 0,60 |
| 2,45 | 0,3891661 | 0,6901961 | 0,7783322 | 1,45 | 1,12 | 0,95 | 0,78 | 0,45 | 0,12 | 0,05 | 0,22 | 0,55 |
| 2,50 | 0,3979400 | 0,6989700 | 0,7958800 | 1,50 | 1,17 | 1,00 | 0,83 | 0,50 | 0,17 | 0,00 | 0,17 | 0,50 |
| | | | | + | + | + | + | + | + | — | — | — |
| y | Log. y. | Log. 2y. | Log. $y^2$. | 1,00 | 1,33 | 1,50 | 1,67 | 2,00 | 2,33 | 2,50 | 2,67 | 3,00 |

| 4,00 | 4,33 | 4,50 | 4,67 | 5,00 | 5,33 | 5,50 | 6,00 | 6,50 | 7,00 | 7,50 | 8,00 | 8,50 | 9,00 | 9,50 | 10,00 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 3,95 | 4,28 | 4,45 | 4,62 | 4,95 | 5,28 | 5,45 | 5,95 | 6,45 | 6,95 | 7,45 | 7,95 | 8,45 | 8,95 | 9,45 | 9,95 |
| 3,90 | 4,23 | 4,40 | 4,57 | 4,90 | 5,23 | 5,40 | 5,90 | 6,40 | 6,90 | 7,40 | 7,90 | 8,40 | 8,90 | 9,40 | 9,90 |
| 3,85 | 4,18 | 4,35 | 4,52 | 4,85 | 5,18 | 5,35 | 5,85 | 6,35 | 6,85 | 7,35 | 7,85 | 8,35 | 8,85 | 9.35 | 9,85 |
| 3,80 | 4,13 | 4,30 | 4,47 | 4,80 | 5,13 | 5,30 | 5,80 | 6,30 | 6,80 | 7,30 | 7,80 | 8,30 | 8,80 | 9,30 | 9,80 |
| 3,75 | 4,08 | 4,25 | 4,42 | 4,75 | 5,08 | 5,25 | 5,75 | 6,25 | 6,75 | 7,25 | 7,75 | 8,25 | 8,75 | 9,25 | 9,75 |
| 3,70 | 4,03 | 4,20 | 4,37 | 4,70 | 5,03 | 5,20 | 5,70 | 6,20 | 6,70 | 7,20 | 7,70 | 8,20 | 8,70 | 9,20 | 9,70 |
| 3,65 | 3,98 | 4,15 | 4,32 | 4,65 | 4,98 | 5,15 | 5,65 | 6,15 | 6,65 | 7,15 | 7,65 | 8,15 | 8,65 | 9,15 | 9,65 |
| 3,60 | 3,93 | 4,10 | 4,27 | 4,60 | 4,93 | 5,10 | 5,60 | 6,10 | 6,60 | 7,10 | 7,60 | 8,10 | 8,60 | 9,10 | 9,60 |
| 3,55 | 3,88 | 4,05 | 4,22 | 4,55 | 4,88 | 5,05 | 5,55 | 6,05 | 6,55 | 7,05 | 7,55 | 8,05 | 8,55 | 9,05 | 9,55 |
| 3,50 | 3,83 | 4,00 | 4,17 | 4,50 | 4,83 | 5,00 | 5,50 | 6,00 | 6,50 | 7,00 | 7,50 | 8,00 | 8,50 | 9,00 | 9,50 |
| 3,45 | 3,78 | 3,95 | 4,12 | 4,45 | 4,78 | 4,95 | 5,45 | 5,95 | 6,45 | 6,95 | 7,45 | 7,95 | 8,45 | 8.95 | 9,45 |
| 3,40 | 3,73 | 3,90 | 4,07 | 4,40 | 4,73 | 4,90 | 5,40 | 5,90 | 6,40 | 6,90 | 7,40 | 7,90 | 8,40 | 8,90 | 9,40 |
| 3,35 | 3,68 | 3,85 | 4,02 | 4,35 | 4,68 | 4,85 | 5,35 | 5,85 | 6,35 | 6,85 | 7,35 | 7,85 | 8,35 | 8,85 | 9,35 |
| 3,30 | 3,63 | 3,80 | 3,97 | 4,30 | 4,63 | 4,80 | 5,30 | 5,80 | 6,30 | 6,80 | 7,30 | 7,80 | 8,30 | 8,80 | 9,30 |
| 3,25 | 3,58 | 3,75 | 3,92 | 4,25 | 4,58 | 4,75 | 5,25 | 5,75 | 6,25 | 6,75 | 7,25 | 7,75 | 8,25 | 8,75 | 9,25 |
| 3,20 | 3,53 | 3,70 | 3,87 | 4,20 | 4,53 | 4,70 | 5,20 | 5,70 | 6,20 | 6,70 | 7,20 | 7,70 | 8,20 | 8,70 | 9,20 |
| 3,15 | 3,48 | 3,65 | 3,82 | 4,15 | 4,48 | 4,65 | 5,15 | 5,65 | 6,15 | 6,65 | 7,15 | 7,65 | 8,15 | 8,65 | 9,15 |
| 3,10 | 3,43 | 3,60 | 3,77 | 4,10 | 4,43 | 4,60 | 5,10 | 5,60 | 6,10 | 6,60 | 7,10 | 7,60 | 8,10 | 8,60 | 9,10 |
| 3,05 | 3,38 | 3,55 | 3,72 | 4,05 | 4,38 | 4,55 | 5,05 | 5,55 | 6,05 | 6,55 | 7,05 | 7,55 | 8,05 | 8,55 | 9,05 |
| 3,00 | 3,33 | 3,50 | 3,67 | 4,00 | 4,33 | 4,50 | 5,00 | 5,50 | 6,00 | 6,50 | 7,00 | 7,50 | 8,00 | 8,50 | 9,00 |
| 2,95 | 3,28 | 3,45 | 3,62 | 3,95 | 4,28 | 4,45 | 4,95 | 5,45 | 5,95 | 6,45 | 6,95 | 7,45 | 7,95 | 8,45 | 8,95 |
| 2,90 | 3,23 | 3,40 | 3,57 | 3,90 | 4,23 | 4,40 | 4,90 | 5,40 | 5,90 | 6,40 | 6,90 | 7,40 | 7,90 | 8,40 | 8,90 |
| 2,85 | 3,18 | 3,35 | 3,52 | 3,85 | 4,18 | 4,35 | 4,85 | 5,35 | 5,85 | 6,35 | 6,85 | 7,35 | 7,85 | 8,35 | 8,85 |
| 2,80 | 3,13 | 3,30 | 3,47 | 3,80 | 4,13 | 4,30 | 4,80 | 5,30 | 5,80 | 6,30 | 6,80 | 7,30 | 7,80 | 8,30 | 8,80 |
| 2,75 | 3,08 | 3,25 | 3,42 | 3,75 | 4,08 | 4,25 | 4,75 | 5,25 | 5,75 | 6,25 | 6,75 | 7,25 | 7,75 | 8,25 | 8,75 |
| 2,70 | 3,03 | 3,20 | 3,37 | 3,70 | 4,03 | 4,20 | 4,70 | 5,20 | 5,70 | 6,20 | 6,70 | 7,20 | 7,70 | 8,20 | 8,70 |
| 2,65 | 2,98 | 3,15 | 3,32 | 3,65 | 3,98 | 4,15 | 4,65 | 5,15 | 5,65 | 6,15 | 6,65 | 7,15 | 7,65 | 8,15 | 8,65 |
| 2,60 | 2,93 | 3,10 | 3,27 | 3,60 | 3,93 | 4,10 | 4,60 | 5,10 | 5,60 | 6,10 | 6,60 | 7,10 | 7,60 | 8,10 | 8,60 |
| 2,55 | 2,88 | 3,05 | 3,22 | 3,55 | 3,88 | 4,05 | 4,55 | 5,05 | 5,55 | 6,05 | 6,55 | 7,05 | 7,55 | 8,05 | 8,55 |
| 2,50 | 2,83 | 3,00 | 3,17 | 3,50 | 3,83 | 4,00 | 4,50 | 5,00 | 5,50 | 6,00 | 6,50 | 7,00 | 7,50 | 8,00 | 8,50 |
| 2,45 | 2,78 | 2,95 | 3,12 | 3,45 | 3,78 | 3,95 | 4,45 | 4,95 | 5,45 | 5,95 | 6,45 | 6,95 | 7,45 | 7,95 | 8,45 |
| 2,40 | 2,73 | 2,90 | 3,07 | 3,40 | 3,73 | 3,90 | 4,40 | 4,90 | 5,40 | 5,90 | 6,40 | 6,90 | 7,40 | 7,90 | 8,40 |
| 2,35 | 2,68 | 2;85 | 3,02 | 3,35 | 3,68 | 3,85 | 4,35 | 4,85 | 5,35 | 5,85 | 6,35 | 6,85 | 7,35 | 7,85 | 8,35 |
| 2,30 | 2,63 | 2,80 | 2,97 | 3,30 | 3,63 | 3,80 | 4,30 | 4,80 | 5,30 | 5,80 | 6,30 | 6,80 | 7,30 | 7,80 | 8,30 |
| 2,25 | 2,58 | 2,75 | 2,92 | 3,25 | 3,58 | 3,75 | 4,25 | 4,75 | 5,25 | 5,75 | 6,25 | 6,75 | 7,25 | 7,75 | 8,25 |
| 2,20 | 2,53 | 2,70 | 2,87 | 3,20 | 3,53 | 3,70 | 4,20 | 4,70 | 5,20 | 5,70 | 6,20 | 6,70 | 7,20 | 7,70 | 8,20 |
| 2,15 | 2,48 | 2,65 | 2,82 | 3,15 | 3,48 | 3,65 | 4,15 | 4,65 | 5,15 | 5,65 | 6,15 | 6,65 | 7,15 | 7,65 | 8,15 |
| 2,10 | 2,43 | 2,60 | 2,77 | 3 10 | 3,43 | 3,60 | 4,10 | 4,60 | 5,10 | 5,60 | 6,10 | 6,60 | 7,10 | 7,60 | 8,10 |
| 2,05 | 2,38 | 2,55 | 2,72 | 3,05 | 3,38 | 3,55 | 4,05 | 4,55 | 5,05 | 5,55 | 6,05 | 6,55 | 7,05 | 7,55 | 8,05 |
| 2,00 | 2,33 | 2,50 | 2,67 | 3,00 | 3,33 | 3,50 | 4,00 | 4,50 | 5,00 | 5,50 | 6,00 | 6,50 | 7,00 | 7,50 | 8,00 |
| 1,95 | 2,28 | 2,45 | 2,62 | 2,95 | 3,28 | 3,45 | 3,95 | 4,45 | 4,95 | 5,45 | 5,95 | 6,45 | 6,95 | 7,45 | 7,95 |
| 1,90 | 2,23 | 2,40 | 2,57 | 2,90 | 3,23 | 3,40 | 3,90 | 4,40 | 4,90 | 5,40 | 5,90 | 6,40 | 6,90 | 7,40 | 7,90 |
| 1,85 | 2,18 | 2;35 | 2,52 | 2,85 | 3,18 | 3,35 | 3,85 | 4,35 | 4,85 | 5,35 | 5,85 | 6,35 | 6,85 | 7,35 | 7,85 |
| 1,80 | 2,13 | 2,30 | 2,47 | 2,80 | 3,13 | 3,30 | 3,80 | 4,30 | 4,80 | 5,30 | 5,80 | 6,30 | 6,80 | 7,30 | 7,80 |
| 1,75 | 2,08 | 2,25 | 2,42 | 2,75 | 3,08 | 3,25 | 3,75 | 4,25 | 4,75 | 5,25 | 5,75 | 6,25 | 6,75 | 7,25 | 7,75 |
| 1,70 | 2,03 | 2,20 | 2,37 | 2,70 | 3,03 | 3,20 | 3,70 | 4,20 | 4,70 | 5,20 | 5,70 | 6,20 | 6,70 | 7,20 | 7,70 |
| 1,65 | 1,98 | 2,15 | 2,32 | 2,65 | 2,98 | 3,15 | 3,65 | 4,15 | 4,65 | 5,15 | 5,65 | 6,15 | 6,65 | 7,15 | 7,65 |
| 1,60 | 1,93 | 2,10 | 2,27 | 2,60 | 2,93 | 3,10 | 3,60 | 4,10 | 4,60 | 5,10 | 5,60 | 6,10 | 6,60 | 7,10 | 7,60 |
| 1,55 | 1,88 | 2,05 | 2,22 | 2,55 | 2,88 | 3,05 | 3,55 | 4,05 | 4,55 | 5,05 | 5,55 | 6,05 | 6,55 | 7,05 | 7,55 |
| 1,50 | 1,83 | 2,00 | 2,17 | 2,50 | 2,83 | 3,00 | 3,50 | 4,00 | 4,50 | 5,00 | 5,50 | 6,00 | 6,50 | 7,00 | 7,50 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 4,00 | 4,33 | 4,50 | 4,67 | 5,00 | 5,33 | 5,50 | 3,00 | 6,50 | 7,00 | 7,50 | 8,00 | 8,50 | 9,00 | 9,50 | 10,00 |

| y | Log. y. | Log. 2y. | Log. y². | 1,00 | 1,33 | 1,50 | 1,67 | 2,00 | 2,33 | 2,50 | 2,67 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | + | + | + | + | + | + | + | − |
| 2,55 | 0,4065402 | 0,7075702 | 0,8130804 | 1,55 | 1,22 | 1,05 | 0,88 | 0,55 | 0,22 | 0,05 | 0,12 |
| 2,60 | 0,4149733 | 0,7160033 | 0,8299467 | 1,60 | 1,27 | 1,10 | 0,93 | 0,60 | 0,27 | 0,10 | 0,07 |
| 2,65 | 0,4232459 | 0,7242759 | 0,8464917 | 1,65 | 1,32 | 1,15 | 0,98 | 0,65 | 0,32 | 0,15 | 0,02 |
| | | | | | | | | | | | + |
| 2,70 | 0,4313638 | 0,7323938 | 0,8627275 | 1,70 | 1,37 | 1,20 | 1,03 | 0,70 | 0,37 | 0,20 | 0,03 |
| 2,75 | 0,4393327 | 0,7403627 | 0,8786654 | 1,75 | 1,42 | 1,25 | 1,08 | 0,75 | 0,42 | 0,25 | 0,08 |
| 2,80 | 0,4471580 | 0,7481880 | 0,8943161 | 1,80 | 1,47 | 1,30 | 1,13 | 0,80 | 0,47 | 0,30 | 0,13 |
| 2,85 | 0,4548449 | 0,7558749 | 0,9096897 | 1,85 | 1,52 | 1,35 | 1,18 | 0,85 | 0,52 | 0,35 | 0,18 |
| 2,90 | 0,4623980 | 0,7634280 | 0,9247960 | 1,90 | 1,57 | 1,40 | 1,23 | 0,90 | 0,57 | 0,40 | 0,23 |
| 2,95 | 0,4698220 | 0,7708520 | 0,9396440 | 1,95 | 1,62 | 1,45 | 1,28 | 0,95 | 0,62 | 0,45 | 0,28 |
| 3,00 | 0,4771212 | 0,7781512 | 0,9542425 | 2,00 | 1,67 | 1,50 | 1,33 | 1,00 | 0,67 | 0,50 | 0,33 |
| 3,05 | 0,4842998 | 0,7853298 | 0,9685997 | 2,05 | 1,72 | 1,55 | 1,38 | 1,05 | 0,72 | 0,55 | 0,38 |
| 3,10 | 0,4913617 | 0,7923917 | 0,9827234 | 2,10 | 1,77 | 1,60 | 1,43 | 1,10 | 0,77 | 0,60 | 0,43 |
| 3,15 | 0,4983105 | 0,7993405 | 0,9966211 | 2,15 | 1,82 | 1,65 | 1,48 | 1,15 | 0,82 | 0,65 | 0,48 |
| 3,20 | 0,5051500 | 0,8061800 | 1,0103000 | 2,20 | 1,87 | 1,70 | 1,53 | 1,20 | 0,87 | 0,70 | 0,53 |
| 3,25 | 0,5118834 | 0,8129134 | 1,0237667 | 2,25 | 1,92 | 1,75 | 1,58 | 1,25 | 0,92 | 0,75 | 0,58 |
| 3,30 | 0,5185139 | 0,8195439 | 1,0370279 | 2,30 | 1,97 | 1,80 | 1,63 | 1,30 | 0,97 | 0,80 | 0,63 |
| 3,35 | 0,5250448 | 0,8260748 | 1,0500896 | 2,35 | 2,02 | 1,85 | 1,68 | 1,35 | 1,02 | 0,85 | 0,68 |
| 3,40 | 0,5314789 | 0,8325089 | 1,0629578 | 2,40 | 2,07 | 1,90 | 1,73 | 1,40 | 1,07 | 0,90 | 0,73 |
| 3,45 | 0,5378191 | 0,8388491 | 1,0756382 | 2,45 | 2,12 | 1,95 | 1,78 | 1,45 | 1,12 | 0,95 | 0,78 |
| 3,50 | 0,5440680 | 0,8450980 | 1,0881361 | 2,50 | 2,17 | 2,00 | 1,83 | 1,50 | 1,17 | 1,00 | 0,83 |
| 3,55 | 0,5502283 | 0,8512583 | 1,1004567 | 2,55 | 2,22 | 2,05 | 1,88 | 1,55 | 1,22 | 1,05 | 0,88 |
| 3,60 | 0,5563025 | 0,8573325 | 1,1126050 | 2,60 | 2,27 | 2,10 | 1,93 | 1,60 | 1,27 | 1,10 | 0,93 |
| 3,65 | 0,5622929 | 0,8633229 | 1,1245857 | 2,65 | 2,32 | 2,15 | 1,98 | 1,65 | 1,32 | 1,15 | 0,98 |
| 3,70 | 0,5682017 | 0,8692317 | 1,1364034 | 2,70 | 2,37 | 2,20 | 2,03 | 1,70 | 1,37 | 1,20 | 1,03 |
| 3,75 | 0,5740313 | 0,8750613 | 1,1480625 | 2,75 | 2,42 | 2,25 | 2,08 | 1,75 | 1,42 | 1,25 | 1,08 |
| 3,80 | 0,5797836 | 0,8808136 | 1,1595672 | 2,80 | 2,47 | 2,30 | 2,13 | 1,80 | 1,47 | 1,30 | 1,13 |
| 3,85 | 0,5854607 | 0,8864907 | 1,1709215 | 2,85 | 2,52 | 2,35 | 2,18 | 1,85 | 1,52 | 1,35 | 1,18 |
| 3,90 | 0,5910646 | 0,8920946 | 1,1821292 | 2,90 | 2,57 | 2,40 | 2,23 | 1,90 | 1,57 | 1,40 | 1,23 |
| 3,95 | 0,5965971 | 0,8976271 | 1,1931942 | 2,95 | 2,62 | 2,45 | 2,28 | 1,95 | 1,62 | 1,45 | 1,28 |
| 4,00 | 0,6020600 | 0,9030900 | 1,2041200 | 3,00 | 2,67 | 2,50 | 2,33 | 2,00 | 1,67 | 1,50 | 1,33 |
| 4,05 | 0,6074550 | 0,9084850 | 1,2149100 | 3,05 | 2,72 | 2,55 | 2,38 | 2,05 | 1,72 | 1,55 | 1,38 |
| 4,10 | 0,6127839 | 0,9138138 | 1,2255677 | 3,10 | 2,77 | 2,60 | 2,43 | 2,10 | 1,77 | 1,60 | 1,43 |
| 4,15 | 0,6180481 | 0,9190781 | 1,2360962 | 3,15 | 2,82 | 2,65 | 2,48 | 2,15 | 1,82 | 1,65 | 1,48 |
| 4,20 | 0,6232493 | 0,9242793 | 1,2464986 | 3,20 | 2,87 | 2,70 | 2,53 | 2,20 | 1,87 | 1,70 | 1,53 |
| 4,25 | 0,6283889 | 0,9294189 | 1,2567779 | 3,25 | 2,92 | 2,75 | 2,58 | 2,25 | 1,92 | 1,75 | 1,58 |
| 4,30 | 0,6334685 | 0,9344984 | 1,2669369 | 3,30 | 2,97 | 2,80 | 2,63 | 2,30 | 1,97 | 1,80 | 1,63 |
| 4,35 | 0,6384893 | 0,9395192 | 1,2769785 | 3,35 | 3,02 | 2,85 | 2,68 | 2,35 | 2,02 | 1,85 | 1,68 |
| 4,40 | 0,6434527 | 0,9444827 | 1,2869054 | 3,40 | 3,07 | 2,90 | 2,73 | 2,40 | 2,07 | 1,90 | 1,73 |
| 4,45 | 0,6483600 | 0,9493900 | 1,2967200 | 3,45 | 3,12 | 2,95 | 2,78 | 2,45 | 2,12 | 1,95 | 1,78 |
| 4,50 | 0,6532125 | 0,9542425 | 1,3064250 | 3,50 | 3,17 | 3,00 | 2,83 | 2,50 | 2,17 | 2,00 | 1,83 |
| 4,55 | 0,6580114 | 0,9590414 | 1,3160228 | 3,55 | 3,22 | 3,05 | 2,88 | 2,55 | 2,22 | 2,05 | 1,88 |
| 4,60 | 0,6627578 | 0,9637878 | 1,3255157 | 3,60 | 3,27 | 3,10 | 2,93 | 2,60 | 2,27 | 2,10 | 1,93 |
| 4,65 | 0,6674529 | 0,9684829 | 1,3349059 | 3,65 | 3,32 | 3,15 | 2,98 | 2,65 | 2,32 | 2,15 | 1,98 |
| 4,70 | 0,6720979 | 0,9731278 | 1,3441957 | 3,70 | 3,37 | 3,20 | 3,03 | 2,70 | 2,37 | 2,20 | 2,03 |
| 4,75 | 0,6766936 | 0,9777236 | 1,3533872 | 3,75 | 3,42 | 3,25 | 3,08 | 2,75 | 2,42 | 2,25 | 2,08 |
| 4,80 | 0,6812412 | 0,9822712 | 1,3624825 | 3,80 | 3,47 | 3,30 | 3,13 | 2,80 | 2,47 | 2,30 | 2,13 |
| 4,85 | 0,6857417 | 0,9867717 | 1,3714835 | 3,85 | 3,52 | 3,35 | 3,18 | 2,85 | 2,52 | 2,35 | 2,18 |
| 4,90 | 0,6901961 | 0,9912261 | 1,3803922 | 3,90 | 3,57 | 3,40 | 3,23 | 2,90 | 2,57 | 2,40 | 2,23 |
| 4,95 | 0,6946052 | 0,9956352 | 1,3892104 | 3,95 | 3,62 | 3,45 | 3,28 | 2,95 | 2,62 | 2,45 | 2,28 |
| 5,00 | 0,6989700 | 1,0000000 | 1,3979400 | 4,00 | 3,67 | 3,50 | 3,33 | 3,00 | 2,67 | 2,50 | 2,33 |
| | | | | + | + | + | + | + | + | + | + |
| y | Log. y. | Log. 2y. | Log. y². | 1,00 | 1,33 | 1,50 | 1,67 | 2,00 | 2,33 | 2,50 | 2,67 |

| 4,00 | 4,33 | 4,50 | 4,67 | 5,00 | 5,33 | 5,50 | 6,00 | 6,50 | 7,00 | 7,50 | 8,00 | 8,50 | 9,00 | 9,50 | 10,00 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,45 | 1,78 | 1,95 | 2,12 | 2,45 | 2,78 | 2,95 | 3,45 | 3,95 | 4,45 | 4,95 | 5,45 | 5,95 | 6,45 | 6,95 | 7,45 |
| 1,40 | 1,73 | 1,90 | 2,07 | 2,40 | 2,73 | 2,90 | 3,40 | 3,90 | 4,40 | 4,90 | 5,40 | 5,90 | 6,40 | 6,90 | 7,40 |
| 1,35 | 1,68 | 1,85 | 2,02 | 2,35 | 2,68 | 2,85 | 3,35 | 3,85 | 4,35 | 4,85 | 5,35 | 5,85 | 6,35 | 6,85 | 7,35 |
| 1,30 | 1,63 | 1,80 | 1,97 | 2,30 | 2,63 | 2,80 | 3,30 | 3,80 | 4,30 | 4,80 | 5,30 | 5,80 | 6,30 | 6,80 | 7,30 |
| 1,25 | 1,58 | 1,75 | 1,92 | 2,25 | 2,58 | 2,75 | 3,25 | 3,75 | 4,25 | 4,75 | 5,25 | 5,75 | 6,25 | 6,75 | 7,25 |
| 1,20 | 1,53 | 1,70 | 1,87 | 2,20 | 2,53 | 2,70 | 3,20 | 3,70 | 4,20 | 4,70 | 5,20 | 5,70 | 6,20 | 6,70 | 7,20 |
| 1,15 | 1,48 | 1,65 | 1,82 | 2,15 | 2,48 | 2,65 | 3,15 | 3,65 | 4,15 | 4,65 | 5,15 | 5,65 | 6,15 | 6,65 | 7,15 |
| 1,10 | 1,43 | 1,60 | 1,77 | 2,10 | 2,43 | 2,60 | 3,10 | 3,60 | 4,10 | 4,60 | 5,10 | 5,60 | 6,10 | 6,60 | 7,10 |
| 1,05 | 1,38 | 1,55 | 1,72 | 2,05 | 2,38 | 2,55 | 3,05 | 3,55 | 4,05 | 4,55 | 5,05 | 5,55 | 6,05 | 6,55 | 7,05 |
| 1,00 | 1,33 | 1,50 | 1,67 | 2,00 | 2,33 | 2,50 | 3,00 | 3,50 | 4,00 | 4,50 | 5,00 | 5,50 | 6,00 | 6,50 | 7,00 |
| 0,95 | 1,28 | 1,45 | 1,62 | 1,95 | 2,28 | 2,45 | 2,95 | 3,45 | 3,95 | 4,45 | 4,95 | 5,45 | 5,95 | 6,45 | 6,95 |
| 0,90 | 1,23 | 1,40 | 1,57 | 1,90 | 2,23 | 2,40 | 2,90 | 3,40 | 3,90 | 4,40 | 4,90 | 5,40 | 5,90 | 6,40 | 6,90 |
| 0,85 | 1,18 | 1,35 | 1,52 | 1,85 | 2,18 | 2,35 | 2,85 | 3,35 | 3,85 | 4,35 | 4,85 | 5,35 | 5,85 | 6,35 | 6,85 |
| 0,80 | 1,13 | 1,30 | 1,47 | 1,80 | 2,13 | 2,30 | 2,80 | 3,30 | 3,80 | 4,30 | 4,80 | 5,30 | 5,80 | 6,30 | 6,80 |
| 0,75 | 1,08 | 1,25 | 1,42 | 1,75 | 2,08 | 2,25 | 2,75 | 3,25 | 3,75 | 4,25 | 4,75 | 5,25 | 5,75 | 6,25 | 6,75 |
| 0,70 | 1,03 | 1,20 | 1,37 | 1,70 | 2,03 | 2,20 | 2,70 | 3,20 | 3,70 | 4,20 | 4,70 | 5,20 | 5,70 | 6,20 | 6,70 |
| 0,65 | 0,98 | 1,15 | 1,32 | 1,65 | 1,98 | 2,15 | 2,65 | 3,15 | 3,65 | 4,15 | 4,65 | 5,15 | 5,65 | 6,15 | 6,65 |
| 0,60 | 0,93 | 1,10 | 1,27 | 1,60 | 1,93 | 2,10 | 2,60 | 3,10 | 3,60 | 4,10 | 4,60 | 5,10 | 5,60 | 6,10 | 6,60 |
| 0,55 | 0,88 | 1,05 | 1,22 | 1,55 | 1,88 | 2,05 | 2,55 | 3,05 | 3,55 | 4,05 | 4,55 | 5,05 | 5,55 | 6,05 | 6,55 |
| 0,50 | 0,83 | 1,00 | 1,17 | 1,50 | 1,83 | 2,00 | 2,50 | 3,00 | 3,50 | 4,00 | 4,50 | 5,00 | 5,50 | 6,00 | 6,50 |
| 0,45 | 0,78 | 0,95 | 1,12 | 1,45 | 1,78 | 1,95 | 2,45 | 2,95 | 3,45 | 3,95 | 4,45 | 4,95 | 5,45 | 5,95 | 6,45 |
| 0,40 | 0,73 | 0,90 | 1,07 | 1,40 | 1,73 | 1,90 | 2,40 | 2,90 | 3,40 | 3,90 | 4,40 | 4,90 | 5,40 | 5,90 | 6,40 |
| 0,35 | 0,68 | 0,85 | 1,02 | 1,35 | 1,68 | 1,85 | 2,35 | 2,85 | 3,35 | 3,85 | 4,35 | 4,85 | 5,35 | 5,85 | 6,35 |
| 0,30 | 0,63 | 0,80 | 0,97 | 1,30 | 1,63 | 1,80 | 2,30 | 2,80 | 3,30 | 3,80 | 4,30 | 4,80 | 5,30 | 5,80 | 6,30 |
| 0,25 | 0,58 | 0,75 | 0,92 | 1,25 | 1,58 | 1,75 | 2,25 | 2,75 | 3,25 | 3,75 | 4,25 | 4,75 | 5,25 | 5,75 | 6,25 |
| 0,20 | 0,53 | 0,70 | 0,87 | 1,20 | 1,53 | 1,70 | 2,20 | 2,70 | 3,20 | 3,70 | 4,20 | 4,70 | 5,20 | 5,70 | 6,20 |
| 0,15 | 0,48 | 0,65 | 0,82 | 1,15 | 1,48 | 1,65 | 2,15 | 2,65 | 3,15 | 3,65 | 4,15 | 4,65 | 5,15 | 5,65 | 6,15 |
| 0,10 | 0,43 | 0,60 | 0,77 | 1,10 | 1,43 | 1,60 | 2,10 | 2,60 | 3,10 | 3,60 | 4,10 | 4,60 | 5,10 | 5,60 | 6,10 |
| 0,05 | 0,38 | 0,55 | 0,72 | 1,05 | 1,38 | 1,55 | 2,05 | 2,55 | 3,05 | 3,55 | 4,05 | 4,55 | 5,05 | 5,55 | 6,05 |
| 0,00 | 0,33 | 0,50 | 0,67 | 1,00 | 1,33 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 | 3,50 | 4,00 | 4,50 | 5,00 | 5,50 | 6,00 |
| — + | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,05 | 0,28 | 0,45 | 0,62 | 0,95 | 1,28 | 1,45 | 1,95 | 2,45 | 2,95 | 3,45 | 3,95 | 4,45 | 4,95 | 5,45 | 5,95 |
| 0,10 | 0,23 | 0,40 | 0,57 | 0,90 | 1,23 | 1,40 | 1,90 | 2,40 | 2,90 | 3,40 | 3,90 | 4,40 | 4,90 | 5,40 | 5,90 |
| 0,15 | 0,18 | 0,35 | 0,52 | 0,85 | 1,18 | 1,35 | 1,85 | 2,35 | 2,85 | 3,35 | 3,85 | 4,35 | 4,85 | 5,35 | 5,85 |
| 0,20 | 0,13 | 0,30 | 0,47 | 0,80 | 1,13 | 1,30 | 1,80 | 2,30 | 2,80 | 3,30 | 3,80 | 4,30 | 4,80 | 5,30 | 5,80 |
| 0,25 | 0,08 | 0,25 | 0,42 | 0,75 | 1,08 | 1,25 | 1,75 | 2,25 | 2,75 | 3,25 | 3,75 | 4,25 | 4,75 | 5,25 | 5,75 |
| 0,30 | 0,03 | 0,20 | 0,37 | 0,70 | 1,03 | 1,20 | 1,70 | 2,20 | 2,70 | 3,20 | 3,70 | 4,20 | 4,70 | 5,20 | 5,70 |
| | — + | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,35 | 0,02 | 0,15 | 0,32 | 0,65 | 0,98 | 1,15 | 1,65 | 2,15 | 2,65 | 3,15 | 3,65 | 4,15 | 4,65 | 5,15 | 5,65 |
| 0,40 | 0,07 | 0,10 | 0,27 | 0,60 | 0,93 | 1,10 | 1,60 | 2,10 | 2,60 | 3,10 | 3,60 | 4,10 | 4,60 | 5,10 | 5,60 |
| 0,45 | 0,12 | 0,05 | 0,22 | 0,55 | 0,88 | 1,05 | 1,55 | 2,05 | 2,55 | 3,05 | 3,55 | 4,05 | 4,55 | 5,05 | 5,55 |
| 0,50 | 0,17 | 0,00 | 0.17 | 0,50 | 0,83 | 1,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 | 3,50 | 4,00 | 4,50 | 5,00 | 5,50 |
| | | — + | | | | | | | | | | | | | |
| 0,55 | 0,22 | 0,05 | 0,12 | 0,45 | 0,78 | 0,95 | 1,45 | 1,95 | 2,45 | 2,95 | 3,45 | 3,95 | 4,45 | 4,95 | 5,45 |
| 0,60 | 0,27 | 0,10 | 0,07 | 0,40 | 0,73 | 0,90 | 1,40 | 1,90 | 2,40 | 2.90 | 3,40 | 3,90 | 4,40 | 4,90 | 5,40 |
| 0,65 | 0,32 | 0,15 | 0,02 | 0,35 | 0,68 | 0,85 | 1,35 | 1,85 | 2,35 | 2,85 | 3,35 | 3,85 | 4,35 | 4,85 | 5,35 |
| | | | — + | | | | | | | | | | | | |
| 0,70 | 0,37 | 0,20 | 0,03 | 0,30 | 0,63 | 0,80 | 1,30 | 1,80 | 2,30 | 2,80 | 3,30 | 3,80 | 4,30 | 4,80 | 5,30 |
| 0,75 | 0,42 | 0,25 | 0,08 | 0,25 | 0,58 | 0,75 | 1,25 | 1,75 | 2,25 | 2,75 | 3,25 | 3,75 | 4,25 | 4,75 | 5,25 |
| 0,80 | 0,47 | 0,30 | 0,13 | 0,20 | 0,53 | 0,70 | 1,20 | 1,70 | 2,20 | 2,70 | 3,20 | 3,70 | 4,20 | 4,70 | 5,20 |
| 0,85 | 0,52 | 0,35 | 0,18 | 0,15 | 0,48 | 0,65 | 1,15 | 1,65 | 2,15 | 2,65 | 3,15 | 3,65 | 4,15 | 4,65 | 5,15 |
| 0,90 | 0,57 | 0,40 | 0,23 | 0,10 | 0,43 | 0,60 | 1,10 | 1,60 | 2,10 | 2,60 | 3,10 | 3,60 | 4,10 | 4,60 | 5,10 |
| 0,95 | 0,62 | 0,45 | 0,28 | 0,05 | 0,38 | 0,55 | 1,05 | 1,55 | 2,05 | 2,55 | 3,05 | 3,55 | 4,05 | 4,55 | 5,05 |
| 1,00 | 0,67 | 0,50 | 0,33 | 0,00 | 0,33 | 0,50 | 1,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 | 3,50 | 4,00 | 4,50 | 5,00 |
| + | + | + | + | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 4,00 | 4,33 | 4,50 | 4,67 | 5,00 | 5,33 | 5,50 | 6,00 | 6,50 | 7,00 | 7,50 | 8,00 | 8,50 | 9,00 | 9,50 | 10,00 |

*Tables pour abréger divers calculs relatifs au pavage.*

Les tables suivantes servent à résoudre très facilement trois questions qui se présentent souvent dans les calculs relatifs au pavage des chaussées. En effet, on peut se proposer de connaître :

1° La superficie que l'on recouvrira avec un nombre déterminé de pavés dont la dimension moyenne à la tête est connue ;

2° Le nombre de pavés, d'une dimension moyenne connue, nécessaire pour recouvrir une surface déterminée ;

3° La dimension moyenne en tête, lorsque l'on connait le nombre des pavés qui entrent dans un carré dont on a le côté.

Si l'on désigne par $p$ le côté d'un carré égal à la superficie moyenne de la tête des pavés, par $j$ la largeur moyenne du joint, par $n$ le nombre des pavés qui recouvrent une surface $m^2$, on aura la relation très simple

$$m^2 = (p+j)^2 n, \qquad (1)$$

d'où l'on tirera

$$n = \frac{m^2}{(p+j)^2}, \qquad (2)$$

et

$$p+j = \frac{m}{\sqrt{n}}; \qquad (3)$$

c'est d'après ces formules que l'on a calculé les tables correspondantes.

Quelques exemples numériques suffiront pour faire parfaitement comprendre l'usage de ces tables.

1° La dimension moyenne des pavés en tête est de $0^m,13$ (y compris un joint de $0^m,01$). On demande quelle superficie on peut recouvrir avec 1237 pavés?

| | |
|---|---|
| Pour 1000 pavés et $0^m,13$ de dimension moyenne la table 1 donne . . . | $16^{m.c.},9000$ |
| 200 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 3, 3800 |
| 30 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0, 5070 |
| 7 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0, 1183 |
| Avec 1237 pavés, on recouvrira une superficie de . . . . . . . . . . . | $20^{m.c.},9053$ |

2° Combien faut-il de pavés de $0^m,205$ de côté en tête avec des joints de $0^m,015$ pour recouvrir une superficie de 14400 mètres carrés ?

La table 2 donne pour 10000 mètres superficiels et $0^m,22$ de dimension moyenne du pavé augmenté du joint . . . . . . . . . . . . . . . 206612,00

pour 4000 . . . . . . . . . . . 82644,80

pour 400 . . . . . . . . . . . 8264,48

pour 14400 m. c. il faudra donc 297521,28 pavés de $0^m,22$ de côté.

3° On a compté 297 521 pavés dans 14 400 mètres carrés : quelle est la dimension moyenne du pavé en tête, y compris le joint?

D'après les données de la question, c'est comme si l'on avait compté 29,75 pavés ou à peu près 30 pavés dans 1,44 mètre superficiel ou dans un carré de $1^m,20$ de côté.

Or, dans la table 3, on trouve pour $m = 1$ et $n = 30$ . . . . 0,18258

pour $m = 0,2$ et $n = 30$ . . . . 0,03652

ce qui donne pour la dimension linéaire cherchée. . . . . . . . . . . . . 0,21910

ou à moins d'un millimètre près . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 0,22.

Il s'agit donc seulement de supprimer sur la droite des deux nombres donnés $m^2$ et $n$ un même nombre de chiffres, de sorte que $n$ devienne tout au plus égal à 100.

Dans le cas où le côté $m$ du carré équivalent à la superficie mesurée, serait donné directement, si l'on divise ou que l'on multiplie $n$ par un certain nombre, pour faire tomber le résultat le plus près possible des nombres de la première colonne à gauche de la table, il faudra multiplier ou diviser $m$ par le carré du même nombre.

## I. — TABLE DE MULTIPLICATION

donnant les valeurs de $m^2$ dans la formule $m^2 = (p+j)^2 n$.

| Côté moyen du pavé augmenté du joint. | Nombre des pavés. | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $p+j$ | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 |
| 0,10 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 4,00 | 5,00 | 6,00 | 7,00 | 8,00 | 9,00 |
| 0,11 | 1,21 | 2,42 | 3,63 | 4,84 | 6,05 | 7,26 | 8,47 | 9,68 | 10,89 |
| 0,12 | 1,44 | 2,88 | 4,32 | 5,76 | 7,20 | 8,64 | 10,08 | 11,52 | 12,96 |
| 0,13 | 1,69 | 3,38 | 5,07 | 6,76 | 8,45 | 10,14 | 11,83 | 13,52 | 15,21 |
| 0,14 | 1,96 | 3,92 | 5,88 | 7,84 | 9,80 | 11,76 | 13,72 | 15,68 | 17,64 |
| 0,15 | 2,25 | 4,50 | 6,75 | 9,00 | 11,25 | 13,50 | 15,75 | 18,00 | 20,25 |
| 0,16 | 2,56 | 5,12 | 7,68 | 10,24 | 12,80 | 15,36 | 17,92 | 20,48 | 23,04 |
| 0,17 | 2,89 | 5,78 | 8,76 | 11,56 | 14,45 | 17,34 | 20,23 | 23,12 | 26,01 |
| 0,18 | 3,24 | 6,48 | 9,72 | 12,96 | 16,20 | 19,44 | 22,68 | 25,92 | 29,16 |
| 0,19 | 3,61 | 7,22 | 10,83 | 14,44 | 18,05 | 21,66 | 25,27 | 28,88 | 32,49 |
| 0,20 | 4,00 | 8,00 | 12,00 | 16,00 | 20,00 | 24,00 | 28,00 | 32,00 | 36,00 |
| 0,21 | 4,41 | 8,82 | 13,23 | 17,64 | 22,05 | 26,46 | 30,87 | 35,28 | 39,69 |
| 0,22 | 4,84 | 9,68 | 14,52 | 19,36 | 24,20 | 29,04 | 33,88 | 38,72 | 43,56 |
| 0,23 | 5,29 | 10,58 | 15,87 | 21,16 | 26,45 | 31,74 | 37,03 | 42,32 | 47,61 |
| 0,24 | 5,76 | 11,52 | 17,28 | 23,04 | 28,80 | 34,56 | 40,32 | 46,08 | 51,84 |
| 0,25 | 6,25 | 12,50 | 18,75 | 25,00 | 31,25 | 37,50 | 43,75 | 50,00 | 56,25 |
| 0,26 | 6,76 | 13,52 | 20,28 | 27,04 | 33,80 | 40,56 | 47,32 | 54,08 | 60,84 |
| 0,27 | 7,29 | 14,58 | 21,87 | 29,16 | 36,45 | 43,74 | 51,03 | 58,32 | 65,61 |
| 0,28 | 7,84 | 15,68 | 23,52 | 31,36 | 39,20 | 47,04 | 54,88 | 62,72 | 70,56 |
| 0,29 | 8,41 | 16,82 | 25,23 | 33,64 | 42,05 | 50,46 | 58,87 | 67,28 | 75,69 |
| 0,30 | 9,00 | 18,00 | 27,00 | 36,00 | 45,00 | 54,00 | 63,00 | 72,00 | 81,00 |

## II. — TABLE DE DIVISION

donnant les valeurs de $n$ dans la formule $n = \frac{m^2}{(p+j)^2}$.

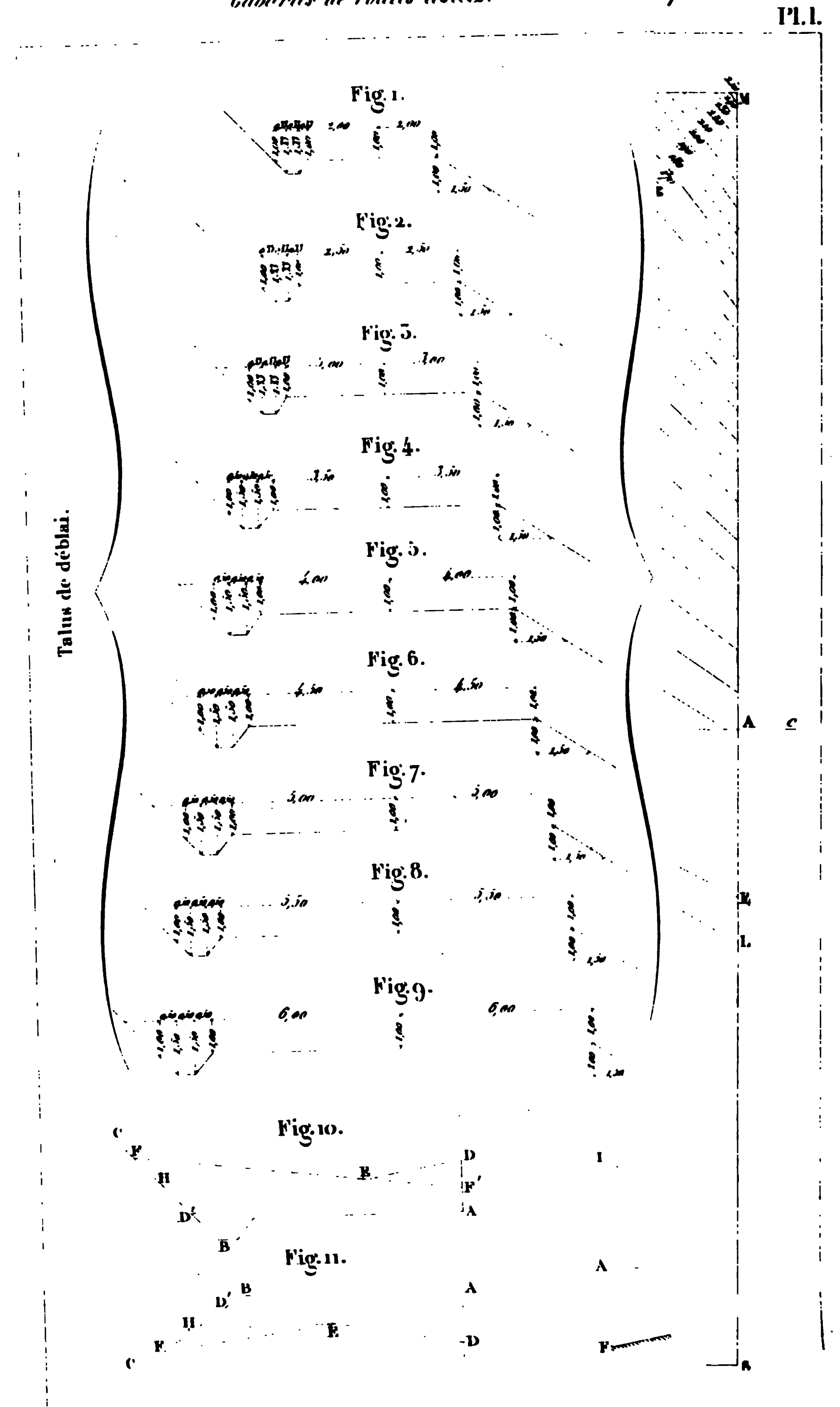
| Dimension moyenne du pavé augmenté du joint. | Superficie du pavage à faire. | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $p+j$ | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 |
| 0,10 | 10000,00 | 20000,00 | 30000,00 | 40000,00 | 50000,00 | 60000,00 | 70000,00 | 80000,00 | 90000,00 |
| 0,11 | 8264,46 | 16528,92 | 24793,38 | 33057,84 | 41322,30 | 49586,76 | 57851,22 | 66115,68 | 74380,14 |
| 0,12 | 6944,44 | 13888,88 | 20833,33 | 27777,77 | 34722,22 | 41666,67 | 48611,11 | 55555,56 | 62500,00 |
| 0,13 | 5917,16 | 11834,32 | 17751,48 | 23668,64 | 29585,80 | 35502,96 | 41420,12 | 47337,28 | 53254,44 |
| 0,14 | 5102,04 | 10204,08 | 15306,12 | 20408,16 | 25510,20 | 30612,24 | 35714,28 | 40816,32 | 45918,36 |
| 0,15 | 4444,44 | 8888,88 | 13333,33 | 17777,77 | 22222,22 | 26666,67 | 31111,11 | 35555,56 | 40000,00 |
| 0,16 | 3906,25 | 7812,50 | 11718,75 | 15625,00 | 19531,25 | 23437,50 | 27343,75 | 31250,00 | 35156,25 |
| 0,17 | 3460,21 | 6920,42 | 10380,63 | 13840,84 | 17301,05 | 20761,26 | 24221,47 | 27681,68 | 31141,89 |
| 0,18 | 3086,42 | 6172,84 | 9259,26 | 12345,68 | 15432,10 | 18518,52 | 21604,94 | 24691,36 | 27777,78 |
| 0,19 | 2770,09 | 5540,18 | 8310,27 | 11080,36 | 13850,45 | 16620,54 | 19390,63 | 22160,72 | 24930,81 |
| 0,20 | 2500,00 | 5000,00 | 7500,00 | 10000,00 | 12500,00 | 15000,00 | 17500,00 | 20000,00 | 22500,00 |
| 0,21 | 2267,58 | 4535,16 | 6802,74 | 9070,32 | 11337,90 | 13605,48 | 15873,06 | 18140,64 | 20408,22 |
| 0,22 | 2066,12 | 4132,24 | 6198,36 | 8264,48 | 10330,60 | 12396,72 | 14462,84 | 16528,96 | 18595,08 |
| 0,23 | 1890,36 | 3780,72 | 5671,08 | 7561,44 | 9451,80 | 11342,16 | 13232,52 | 15122,88 | 17013,24 |
| 0,24 | 1736,11 | 3472,22 | 5208,33 | 6944,44 | 8680,55 | 10416,66 | 12152,77 | 13888,88 | 15624,99 |
| 0,25 | 1600,00 | 3200,00 | 4800,00 | 6400,00 | 8000,00 | 9600,00 | 11200,00 | 12800,00 | 14400,00 |
| 0,26 | 1479,29 | 2958,58 | 4437,87 | 5917,16 | 7396,45 | 8875,74 | 10355,03 | 11834,32 | 13313,61 |
| 0,27 | 1371,74 | 2743,48 | 4115,22 | 5486,96 | 6858,70 | 8230,44 | 9602,18 | 10973,72 | 12345,66 |
| 0,28 | 1275,51 | 2551,02 | 3826,53 | 5102,04 | 6377,55 | 7653,06 | 8928,57 | 10204,08 | 11479,59 |
| 0,29 | 1189,06 | 2378,12 | 3567,18 | 4756,24 | 5945,30 | 7134,36 | 8323,42 | 9512,48 | 10701,54 |
| 0,30 | 1111,11 | 2222,22 | 3333,33 | 4444,44 | 5555,55 | 6666,66 | 7777,77 | 8888,88 | 9999,99 |

## III. — TABLE DE DIVISION

donnant la valeur de $p+j$ dans la formule $p+j = \frac{m}{\sqrt{n}}$.

| Nombre des pavés. | Côté du carré dans lequel on a compté les pavés. | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $n$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 1,00000 | 2,00000 | 3,00000 | 4,00000 | 5,00000 | 6,00000 | 7,00000 | 8,00000 | 9,00000 |
| 5 | 0,44721 | 0,89442 | 1,34163 | 1,78884 | 2,23605 | 2,68326 | 3,13047 | 3,57768 | 4,02489 |
| 10 | 0,31622 | 0,63244 | 0,94866 | 1,26488 | 1,58110 | 1,89732 | 2,21354 | 2,52976 | 2,84598 |
| 15 | 0,25820 | 0,51640 | 0,77460 | 1,03280 | 1,29100 | 1,54920 | 1,80740 | 2,06560 | 2,32380 |
| 20 | 0,22361 | 0,44722 | 0,67083 | 0,89444 | 1,11805 | 1,34166 | 1,56527 | 1,78888 | 2,01249 |
| 25 | 0,20000 | 0,40000 | 0,60000 | 0,80000 | 1,00000 | 1,20000 | 1,40000 | 1,60000 | 1,80000 |
| 30 | 0,18258 | 0,36516 | 0,54774 | 0,73032 | 0,91290 | 1,09548 | 1,27806 | 1,46064 | 1,64322 |
| 35 | 0,16903 | 0,33806 | 0,50709 | 0,67612 | 0,84515 | 1,01418 | 1,18321 | 1,35224 | 1,52127 |
| 40 | 0,15812 | 0,31624 | 0,47436 | 0,63248 | 0,79060 | 0,94872 | 1,10684 | 1,26496 | 1,42308 |
| 45 | 0,14907 | 0,29814 | 0,44721 | 0,59628 | 0,74735 | 0,89442 | 1,04349 | 1,19256 | 1,34163 |
| 50 | 0,14142 | 0,28284 | 0,42426 | 0.56568 | 0,70710 | 0,84852 | 0,98994 | 1,13136 | 1,27278 |
| 55 | 0,13484 | 0,26968 | 0,40452 | 0,53936 | 0,67420 | 0,80904 | 0,94388 | 1,07872 | 1,21356 |
| 60 | 0,12910 | 0,25820 | 0,38730 | 0,51640 | 0,64550 | 0,77460 | 0,90370 | 1,03280 | 1,16190 |
| 65 | 0,12404 | 0,24808 | 0,37212 | 0,49616 | 0,62020 | 0,74424 | 0,86828 | 0,99232 | 1,11636 |
| 70 | 0,11952 | 0,23904 | 0,35856 | 0,47808 | 0,59760 | 0,71712 | 0,83664 | 0,95616 | 1,07568 |
| 75 | 0,11547 | 0,23094 | 0,34641 | 0,46188 | 0,57735 | 0,69282 | 0,80829 | 0,92376 | 1,03923 |
| 80 | 0,11180 | 0,22360 | 0,33540 | 0,44720 | 0,55900 | 0,67080 | 0,78260 | 0,89940 | 1,00620 |
| 85 | 0,10847 | 0,21694 | 0,32541 | 0,43388 | 0,54235 | 0,65082 | 0,75929 | 0,86776 | 0,97623 |
| 90 | 0,10541 | 0,21082 | 0,31623 | 0,42164 | 0,52705 | 0,63246 | 0,73787 | 0,84328 | 0,94869 |
| 95 | 0,10260 | 0,20520 | 0,30780 | 0,41040 | 0,51300 | 0,61560 | 0,71820 | 0,32080 | 0,92340 |
| 100 | 0,10000 | 0,20000 | 0,30000 | 0,40000 | 0,50000 | 0,60000 | 0,70000 | 0,80000 | 0,90000 |

FIN.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Talus de déblai.
2,00
2,50
3,00
3,50
4,00
4,50
5,00
5,50
6,00

*Procédé graphique pour déterminer la distance moyen*

Fig 22

